



Raşit Gürdilek

## Jupiter, Güneş'e Yaklaşıyor mu?

Galileo uzay aracının bundan iki yıl önce Jüpiter gezegeninin derinliklerine gönderdiği intihar sondasının ölümü boşuna olmamış. Sonda'nın gönderdiği verilerin ayrıntılı incelenmesi, Güneş sistemimizin ve başka gezegen sistemlerinin dinamiği konusunda bildiklerimizi yeniden gözden geçirmemizi gerektirebilir. Uluslararası bir araştırma ekibince gözden geçirilen veriler, az bulundukları için "soylu gazlar" diye adlandırılan Xenon, Argon ve Kripton gazlarının Jüpiter'de, Güneş'i oluşturan gaz ve toz bulutundan dev gezegenin çekebileceği ölçülerden birkaç kat fazla olduğunu ortaya koydu. Ayrıca dev gaz gezegeni üzerindeki nitrojen de, Güneş Sistemi'nin günümüzde geçerli oluşum modellerinde öngörülenin üç katı.

Jüpiter'in Güneş'e uzaklığı, Dünya'nın yıldızımıza olan ortalama 150 milyon kilometre (1 Astronomik Birim – AB) uzaklığının beş katı. Bu uzaklıklarda uzay, adı geçen gazların belirtilen miktarlarda gezegende toplanabilmesi için fazla sıcak!...Jüpiter'in Güneş sistemini oluşturan bulut-su içindeki "gezegencik" ya da "mikro-gezegen" diye adlandırılan cisimlerden oluştuğu sanılıyor. Kuyrukluysıldızları da kapsayan bu cisimlerin, Güneş'ten 20-30 AB uzaklıkta, genellikle Uranüs ve Neptün gezegenlerinin yörüngeleri arasında oluştuğu sa-

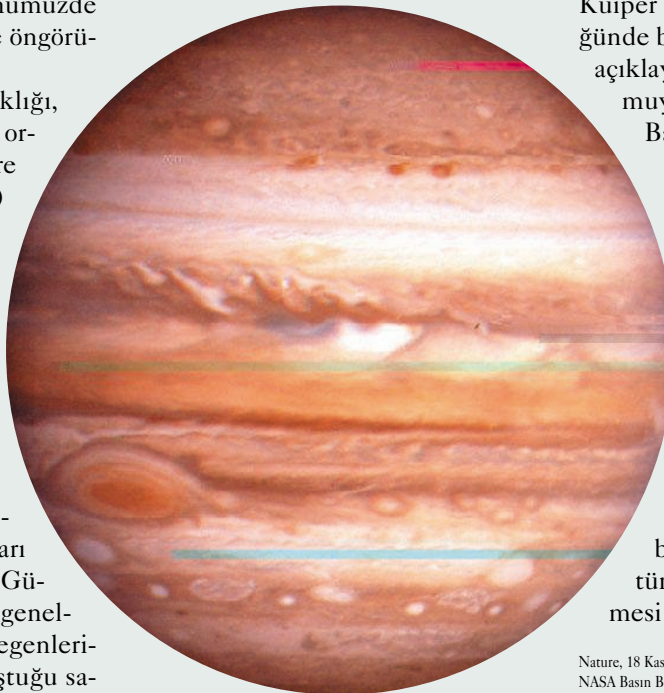
nılıyor. Gelgelelim, bu cisimlerin o zamanki sıcaklıklarının, soylu gazları ve nitrojeni yakalayıp buz halinde tutmaya olanak vermeyeceği de biliniyor. Bir başka açıklama, bu gazların Jüpiter'e, Neptün'ün yörüngesinin dışında, Güneş'e 40 AB uzaklıkta yer alan Kuiper Kuşağı'ndaki buzlu cisimlerce taşınmış olabileceği. Gene de, bu cisimlerin yerlerinden ayrılıp Jüpiter'in yörüngesine düşmeleri durumunda, daha hedeflerine varmadan artan sıcaklık nedeniyle soylu gazlarını çoktan yitirmeleri gerekirdi.

ABD'nin Michigan Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gezegen Bilimleri Laboratuvarı Direktörü Sus-

hil Atreya'nın başkanlığındaki ekip, bu durumda iki olasılık üzerinde duruyor. Ya Jüpiter Güneş'ten çok daha uzaklarda oluştu ve bugünkü yörüngesine görece yakın zamanlarda geldi; ya da Güneş Sistemi'ni oluşturan bulutsunun başlangıçtaki sıcaklığı, sanılandan çok düşüktü.

Jüpiter'le ilgili bu yeni bulgular ve son yıllarda bulunan Güneş dışı gezegenlerin çoğunun, yıldızlarının çok yakınındaki yörüngelerde dönen ve Jüpiter'den kat kat büyük gezegenler olması, bu göç varsayımını doğrular nitelikte. Araştırmacılar, Jüpiter'in bu modele göre Güneş'e 40-50 AB uzaklıkta ortaya çıkmış olması gerektiğini düşünüyorlar. Ne var ki, Kuiper Kuşağı'nda, Jüpiter büyüklüğünde bir gezegenin ortaya çıkmasını açıklayacak kadar bir kütle bulunmuyor.

Bazı araştırmacılar, 4 trilyon kilometre uzaklıkta Güneş sistemini bir küre gibi saran trilyonlarca kuyrukluysıldızdan oluşan Oort Bulutu içinde Jüpiter büyüklüğünde bir gezegen bulunabileceğini öne sürüyorlar. Ama herkesin üzerinde anlaşıldığı nokta, Güneş Sistemi konusundaki bilgilerimizin yetersizliğinin ortaya çıktığı ve daha sağlıklı bir model için Jüpiter ve Satürn'e yeni sondalar gönderilmesi gerektiği.



Nature, 18 Kasım 1999  
NASA Basın Bülteni, 11 Kasım 1999

## Chandra, Dev Gökada Kümesini Görüntüledi

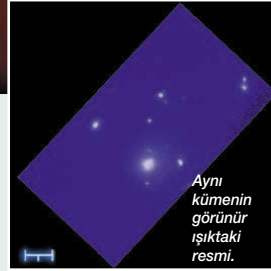
Temmuz ayında fırlatılan Chandra X-ışını teleskopu, sağladığı verilerle bilim dünyasını şaşırtmayı sürdürüyor. 16 Kasım günü yayınlanan ve teleskopun 30 Ağustos'ta 6 saat süreli bir gözlem sonunda elde ettiği görüntülerde, beş milyar ışık yılı uzaklıkta, dev bir gökada kümesini çevreleyen 50 milyon derece sıcaklıkta muazzam bir bulut yer alıyor. Gökbilimciler, 2 milyon ışık yılı çapındaki gaz bulutunun içinde yüz gökadanın bulunduğunu, ayrıca bulutun 1000 yeni gökada oluşturabilecek kadar madde içerdiğini belirterek, bunun Evren'de şimdiye kadar gözlenen en büyük yapılardan biri olduğunu vurguluyorlar.

Bulutun merkezinde, 3C295 diye tanımlanan Samanyolu'ndan birkaç kez büyük küre biçimli bir gökada yer alıyor. Parlak merkezin her iki yanında, biraz daha küçük iki parlak nokta görünüyor. Bunların, 3C295'in merkezindeki süper kütleli (milyarlarca Güneş kütlelerinde) bir kara delik çevresinden fıskıran radyo dalgaları olduğu belirlenmiş bulunuyor. Bu radyo sütunlarının uzunluğu, bir uçtan ötekine 100 000 ışık yılı. Yani Samanyolu'nun çapına eşit. Bu radyo fıskırmalarının X-ışınımı, Gökada'mızın toplam ışıyım kuvvetinin üç katı kadar.

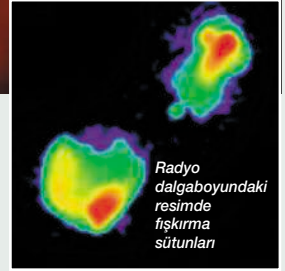
Chandra'nın gönderdiği verilerin yorumu, 3C295'in merkezinde bir milyon yıl kadar önce çok güçlü bir patlamanın meydana geldiğini ortaya koyuyor. Gökbilimciler, bu patlamaya, merkezdeki karadelik üzerine gaz bulutundan düşen maddenin yoğunluğunun yol açtığını düşünüyorlar.

NASA basın bülteni, 16 Kasım 1999

Kümenin ve merkezdeki dev gökadanın X-ışınlarında görünümü. Ortadaki ışıklar merkezdeki kara deliği ve ondan fıskıran madde sütunlarını gösteriyor



Aynı kümenin görünür ışıktaki resmi.



Radyo dalgaboyundaki resimde fıskırma sütunları

## Yorgun Hubble İmdat Bekliyor



Hubble Uzay Teleskopu, 1 No.lu jiroskopunun da arızalanması üzerine bilimsel araştırmaları tatil ederek "korunma moduna" girdi. Bu durumda, aracın diyafram kapağı, teleskopun optik düzeneğini korumak için kapatılıyor ve iki yanındaki güneş panellerinin yeterli enerjiyi depolayabilmesi için araç Güneş'e döndürülüyor. Son arızayla, Hubble'ın yörünge konumunu düzenleyen ve yıldızlara, gökadalara "nişan almasını" sağlayan altı jiroskopundan yalnızca ikisi

sağlam kalmış oluyor. Elde kalan iki jiroskopla yer kontrol ekibi, ancak teleskopu yörüngede tutabiliyorlar. Hubble'ın jiroskoplarını yenilemek için Discovery uzay mekiği 6 Aralık günü teleskopa bir "tamir ve bakım ekibi" gönderecek. Ekipteki astronotlar, tüm jiroskopları, bir hedef algılayıcısını, bir radyo vericisini, bir kayıt aygıtını ve teleskopun akülerini aşırı ısınmadan koruyan bir aracı değiştirecekler.

İki milyar dolara mal olan teleskop, yıldızlardan gelen ışığın bir kısmını soğuran, ayrıca içindeki moleküllerin titreşimi sonucu görüntüyü bozan Dünya atmosferi dışında olduğu için, olağanüstü kalite ve netlikte görüntüler sağlıyor.

Science, 19 Kasım 1999

## Mars Sondalarına Kutup Kâşiflerinin Adları Verildi

"Kızıl Gezegen"in güney kutbuna 3 Aralık günü inmesi beklenen Mars Polar Lander uzay aracındaki, iki mini sondaya, Dünya'mızın güney kutbunu keşfeden iki büyük araştırmacının anısına Amundsen ve Scott adları verildi. Gezegen indirilecek sondalar, basketbol topu büyüklüğünde kılıflar içine yerleştirilmiş birer greyfurt büyüklüğünde. Ana araç, Mars atmosferine girmeden bırakılacak sondalar, yüzeye Dünya'nın kütleçekiminin 60 000 ka-

tındaki bir kuvvetle çarpacaklar. Kabukları parçalanacak içlerindeki sondalar gezegen yüzeyine 1 m gömülecek ve burada su ve olası yaşam fosilleri arayacak. Ana araçsa gezegen yüzeyinde kalarak sondaların sağlayacağı verileri Dünya'ya iletecek. Sondalara adları verilen kâşiflerden Norveçli Roald Amundsen güney kutbuna 14 Aralık 1911'de ulaşmıştı. İngiliz kâşif Robert Scott ise kutup noktasına 1912 Ocak ayında varmış, ama dönüş yolculuğunda yaşamını yitirmişti.

Sondalar için isim yarışmasını 17 000 katılımcı arasından kazanan Arizona Üniversitesi Doktora Öğrencilerinden Paul Withers, 4000 dolar ödül alacak.

NASA basın bülteni, 15 Kasım 1999





# Kütleçekim Enerjisinin “Ağırlığı” Einstein’ı Doğruluyor

Genel görelilik ve kuantum mekaniği, temel doğa kuvvetlerini başarıyla açıklamalarına karşın, birbirleriyle bir türlü bağdaşmıyorlar. Zayıf ve şiddetli çekirdek kuvvetleriyle elektromanyetizmayı tanımlayan kuantum kuramları büyük bir uyum içinde. Gelgelelim, kütleçekimini uzay-zamanın geometrisine bağlayan Einstein’ın kuramı kuantum mekaniğinin kapsamına girmiyor. Fizikçileri yıllardır peşinde koştu- ran hedefse, işte bu dört kuvveti tek ve temel bir kuvvetin çatısı altında birleştirmek. Başka bir deyişle, her türlü etkileşimi açıklayan, tüm boyut- larda ve enerji düzeylerinde geçerli olacak bir büyük kuram.

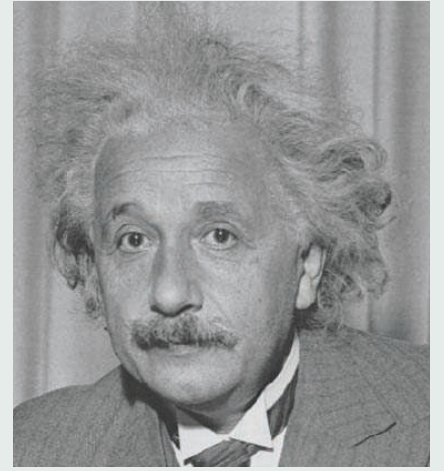
Öteki pek çok fizikçi gibi Seatt- le’deki Washington Üniversitesi araştırmacılarından Blayne Heckel ve Eric Adelberg de iki kuramın nasıl evlendi- rilebileceğini bilemiyorlar. İki araştı- rmacı, bu durumda kuramları birleştir- mek yerine, böyle bir evlilikten doğa- bilecek çocukların ne olabileceği üzerinde düşünmüşler. Bunlardan bi- ri, kütleçekiminin, kütleyle bizzat kütleçekim enerjisi üzerindeki etkile- rinde ortaya çıkması gereken bir fark. Ancak Heckel ve ekibi, bazı "kuantum kütleçekim" kuramlarınca öngörülen böylesine bir farkın olmadığı sonucuna varmışlar.

Einstein’ın genel görelilik kuramı, kütleçekimin her türden kütleyi (yani enerjiyi) eşit biçimde etkileyeceği dü- şüncesi üzerine kurulu. Deneysel fi- zikçiler daha önce temel parçacıkları birbirine bağlayan çekirdek kuvveti- le elektromanyetik etkileşimlerden doğan enerjilerin gerçekten de bu "eşitlik ilkesi"ne uyduklarını göster- mişlerdi. Örneğin bir proton ve nötron birleştiklerinde, kütlesi iki parçacığın kütlelerinin toplamından daha az olan bir parçacık oluştururlar. Ancak iki parçayı birbirine bağlı tutan enerji, toplam kütledeki bu açığı kapatır. Ne var ki şimdiye değin hiç kimse, kütle- çekim enerjisinin de, kütleçekimin uyguladığı kuvvete tüm öteki küt- le=enerji türleriyle aynı tepkiyi verdi- ğini kanıtlamamıştı. Kuantum kütle- çekim kuramları içinde başı çeken "si- cim kuramı", kütleçekim enerjisinin kütleçekime ötekilerle aynı tepkiyi göstermeyebileceğini söylüyor. Hec-

kel’e göre "pek çok kuramcı, bir nok- tadan sonra böylesine bir farkın ortaya çıkacağı görüşünde". Şu var ki bu var- sayımı laboratuvarında sınamak olanak- sız. Çünkü laboratuvara sığacak boyut- taki cisimlerin birbirlerine uyguladığı çekimde bağlı olan enerji çok küçük ölçeklerde. Bunun için bakılması ge- reken şey, Montana Üniversitesi’nden Kenneth Nordvedt’in yıllar önce söy- lediği gibi, Güneş’in Dünya ve Ay üzerinde uyguladığı çekim. Gerçi Dünya’nın kütleçekim enerjisi küçük; kilogram başına yalnızca yarım mik- rogram. Ama Dünya büyük olduğun- dan bu, kütlelerinin 3 trilyon tonunun saf kütleçekim enerjisine dönüşmesi- ni sağlıyor. Ay’ın kütleçekimsel enerji- si, bunun 2000’de biri. Fakat bu bile, Güneş’in kütleçekiminin, kütleyle kütleçekim enerjisine farklı davran-



ması halinde, Ay’ın yörüngesinin Dünya’ya göre konumunda küçük bir farklılık yaratması için yeterli. Böylesi- ne bir oynamayı fark etmek için, Dün- ya ile uydusu arasındaki uzaklığı çok duyarlı biçimde ölçmek gerekiyor. Apollo astronotlarının ay yüzeyine bı- raktıkları aynalardan lazer ışınları yan- sıtan Nordvedt ve arkadaşları, Dünya ile Ay’ın Güneş’e aynı hızla “düşük- lerini” saptamışlardı. Ancak Nord- vedt’in kendisi, deneyin bir noktayı açıkta bıraktığını kabul etmekteydi: Bazı kuantum kütleçekim kuramları- na göre Dünya ile Ay’ın yapılarındaki farklılık, örneğin Dünya’nın demirden bir çekirdeği olması gibi nedenlerle, kütleçekimin, bu iki gökcişi üzerin- deki etkileri farklı olabilir.



Seattle ekibi, bunu sınamak için yaptıkları deneyde bir burulma terazi- si kullanmış. Düzenek, ince bir telle, buna asılı küçük bir tepsiden oluşu- yor. Tepsi, teli burarak kendi eksenini etrafında dönebiliyor. Tepsi üzerine her biri onar gram çeken dört ağırlık yerleştirilmiş. Bunlar, Dünya’yı ve Ay’ı temsil ediyorlar. İki "Dünya" da, gezegenimizin demir çekirdeğini tem- silen çelikten yapılmış. "Ay"lar ise, ge- zegenimizin ve uydusunun mantoları- nın yapısını yansıtacak biçimde kuvars ve silisyum ağırlıklı maddelerden oluşmuş. Düzenek öyle bir biçimde döndürülüyor ki, iki "gökcisminin" bir "günü", yani Güneş önünden geçmesi 40 dakika sürüyor. Güneş’in model Dünya ve Ay’dan birine karşı kütleçe- kimsel bir "eğilim" duyması durumun- da, askıdaki terazide hafif bir burulma olacak. Oysa deney sonunda böyle bir burulma saptanmamış. Lazerle yapı- lan uzaklık ölçümleriyle birleştirildi- ğinde deneyden çıkan sonuç, kütleçe- kimsel enerjinin de, Güneş’e tüm öte- ki kütle=enerji türleriyle aynı şiddette çekildiği yolunda.

Sicim kuramcıları, deneyi çok akıl- lıca bulmalarına karşın, öngörülerin- den vazgeçmiş değiller. Washington Üniversitesi (St. Louis) araştırmacıla- rından Clifford Will, değişik cisimlerin düşme hızlarındaki farklılığın, günü- müz deneylerinin duyarlılık sınırının ötesinde olabileceği düşüncesinde. "Bir noktada bu eşitliğin bozulması olasılığının var olduğuna hâlâ inanıyo- ruz" diyor. Heckel ise, "bir an için bile kuşku duymadığı gibi" Einstein’ın bir kez daha zafer kazanmasından mutlu.

Science, 5 Kasım 1999

## Görelilik Uydu Testi Gecikiyor

Genel görelilik kuramının geçerliğini Dünya yörüngesinde sınamak için NASA'nın yürüttüğü tartışmalı bir proje, teknolojik bir sorun nedeniyle yeniden gecikecek gibi görünüyor. Kütleçekim Sondası B (Gravity Probe B – GPB) adındaki uydu, kuramın geçerliliğini, "çerçeve sürüklenmesi etkisini" duyarlı bir biçimde ölçerek sınamak için tasarlanmış. Einstein'ın kuramına göre, Dünya gibi büyük kütleli ve dönen bir cismin, dönerken uzay-zamanı da birlikte sürüklemesi gerekiyor. Deneyde bu etkinin, neredeyse mutlak sıfıra ( $-273^{\circ}\text{C}$ 'ye) kadar soğutulmuş bir helyum kabının içinde bulunan çok duyarlı dört jiroskopun eşlenikliğinde küçük sapmalar biçiminde ortaya çıkması bekleniyor. Aracın son deneylerindeyse, uydunun iç kısımlarında açığa çıkan ısının gerektiği gibi dışarıya iletilmediği ortaya çıktı. Bu da, 16 ay yörüngede kalması gereken aracın, kap içindeki helyumun yalnızca birkaç ay içinde buharlaşarak işe yaramaz hale

gelmesi demek. NASA mühendisleri, sorunun uydu içindeki bir titanyum astar üzerine sürülmüş reçinenin kalkmasından kaynaklandığını düşünüyorlar. Çözüm kolay: Reçine yüzey, birkaç bakır çiviyle tutturulacak. Ama bunun için helyum kabının sökülüp açılması gerekli. Bu da, gelecek yılın Ekim ayı için planlanan fırlatılışın, en iyimser olasılıkla 2001 yılı Mayıs'ına ertelenmesi demek. Ayrıca projenin 535 milyon dolarlık maliyetinin de en az 21 milyon dolar yükselmesi kaçınılmaz.

Projenin karşıtları, GPB'nin yararını sorgulamayı sürdürüyorlar. Çünkü görelilik kuramı, birçok başka biçimde zaten doğrulanmış bulunuyor. Karşıtların öne sürdüğü yabana atılamayacak bir görüş de şu: Diyelim ki uydu Einstein'ı haklı çıkarmadı. Bu sonucu, en az bir yeni uydulla yeniden doğrulamadan bilim dünyasına kabul ettirmek olanaksız. NASA'nınsa böyle ikinci bir sefer için herhangi bir hazırlığı yok.

Nature, 4 Kasım 1999

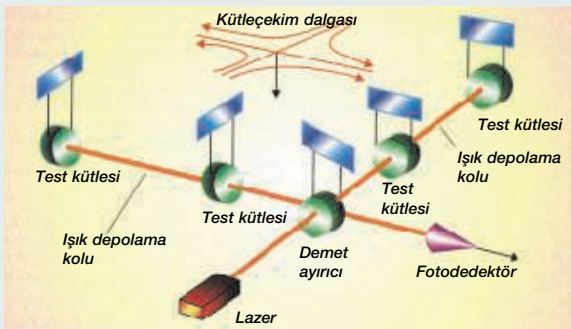
## Kütleçekim Gökbilimi Başlıyor

ABD'de 12 Kasım'da açılan iki yeni gözlemevinin iddialı bir hedefi var: Genel görelilik kuramında öngörülen, ama şimdiye değin gözlenemeyen kütleçekim dalgalarının saptanması. Kurama göre bu dalgalar, nötron yıldızlarının çarpışması, karadeliklerin birleşmesi ya da benzeri şiddetli olaylardan kaynaklanıyor. Bu sinyalleri saptayabilmek için Lazer Interferometresi Kütleçekim Dalga Gözlemevi (LIGO) projesi kapsamında kurulan iki girişimölçer tesisi, Washington eyaleti Hanford ve Louisiana'daki Livingston kasabalarında 12 Kasım'da açıldı. Gerekli aygıtların yerleştirilmesi, denenmesi ve ayarlanmasının ardından ilk bilimsel gözlemler 2002 yılında başlayacak. Bir protonun

çapının binde biri küçüklüğündeki konum değişimlerini bile saptayabilecek olan LIGO gözlemleri, günümüzün en gelişkin girişimölçerlerden binlerce kat daha duyarlı. Bu sayede, fizikğin temel ilkelerinin sınanmasının yanı sıra kara delikler, süpernovalar ve nötron yıldızları konusundaki bilgilerin de olağanüstü genişlemesi bekleniyor.

Daha LIGO I projesi tamamlanmadan, araştırmacılar, çok daha iddialı ve uzak erimli olan LIGO II'nin hazırlık çalışmalarına başladılar. Çok daha güçlü lazerler kullanacak olan LIGO II detektörlerinin 2005 yılında hizmete girmesi ve bilimsel gözlemlerin 2007 yılında başlaması öngörülüyor.

NASA basın açıklaması, 8 Kasım 1999  
[http://www.ligo.caltech.edu/LIGO\\_web/9911news/9911two.html](http://www.ligo.caltech.edu/LIGO_web/9911news/9911two.html)



LIGO kütleçekim dalga dedektörleri eşit uzunlukta Michelson lazer girişimölçerlerinden oluşuyor. Üzerlerinde aynalar, test kütleleri işlevi görüyor. Düzeneğe düşen bir kütleçekim dalgası girişimölçerlerin bir kolunu uzatırken öbürünü sıkıştırır; böylece de iki kol üzerinde ışığın gidiş süresinde farklılık oluşur. Bu zaman farkı, iki lazer ışın demeti fotodedektöre giderken birleştiğinde bir girişim meydana getirir. Fotodedektör, faz kaymalarını, girişim sınırının on milyarda birkaçı duyarlılıkta ölçebilir.

## SETI, "Sabırsız" Yardımcılardan Dertli



Dünya Dışı Akıllı Varlıklar Araştırması (SETI) projesi direktörü Dan Werthimer, araştırmayı "hızlandırmaya" kalkışan amatörlerin, programa yarar yerine zarar verdiklerini açıkladı. Werthimer, "Kimsenin SETI'yi bilerek zarar vermek istediğini düşünmüyoruz, ama katılımcılardan bu (hızlandırılmış) programları kullanmamalarını istiyoruz" diyor.

SETI, Porto Riko'daki dev Arecibo radyoteleskopundan alınan sinyallerin işlenmesinde yardımcı olmak üzere amatör katılımcıların yardımına başvurdu. SETI@Home projesi çerçevesinde Arecibo'dan gelen sinyaller 12 saniyelik bölümlere ayrılarak Internet üzerinden amatörlerle ulaştırılıyor. Katılımcıların bilgisayarları dinlenme konumundayken program otomatik olarak devreye girip sinyali analiz ediyor. Programa 450 000 amatör aktif olarak katılmış bulunuyor. Ancak bir süre sonra kendini "Olli" diye tanıtan birisi, programa, işlemleri hızlandıran bir "yama" koydu. Bunu bir kaç yama daha izledi. SETI araştırmacılarından Eric Korpella, yalnızca bir kaç yüz katılımcının bu yamaları kullandığını, ama bunun bile genel değerlendirmede sorun çıkardığını söylüyor. Korpella, SETI'nin bilgisayar programını, değiştirilmesini zorlaştıracak biçimde yeniden yazıldığını da belirtti.

New Scientist, 20 Kasım 1999



# Yıldızların Tozu 400 Milyon Yılda Atılıyor

Avrupalı gökbilimciler, yıldızları oluşum evrelerinde çevreleyen toz disklerinin ortalama 400 milyon yıl içinde yok olduğunu belirlediler. Bulgular, Güneş Sistemi'nin sınırlarında asteroid ve kuyruklu yıldızlardan oluşan Kuiper Kuşağı'nda bugünkü toz miktarıyla da uyum gösteriyor.

Güneş'e yakın birçok yıldızın çevresinde toz diskleri olduğu ilk kez 1984'de saptandı. Hollandalı gökbilimci H.J. Habing ve ekibinin çeşitli yaştaki yıldızlar üzerinde yaptıkları yeni gözlemlerse, Güneş'in geçirdiği bir sürece benzer biçimde bu toz disklerinin, merkezdeki yıldızın oluşmasından 300-400 milyon yıl sonra dağıldıklarını ortaya koydu.

Toz diskleri, ilk kez Çalgı Takım-yıldızı'nın en parlak üyesi Vega'nın



yaydığı aşırı kızılötesi ışımla belirlendi. Bu, yıldızdan gelen ışınlı soğutan ve sonra güçlendirerek yeniden yayan bir toz bulutunun varlığına işaret ediyordu. Daha sonra böyle bir disk, Beta Pictoris yıldızının çevresinde görsel olarak saptandı. Daha sonraki yıllarda da en az 100 kadar yıldızın çevresinde görüldü. Disklerin yıldızlarına olan uzaklığı, Güneş-Neptün uzaklığından daha fazla. Gözlemler, bir paradoksu da birlikte getirdi. Geçerli modellere göre ön yıldız çevreleyen diskteki tozun, bir milyon yıl içinde ya ışınlı basıncıyla uzaya saçılarak dağılması, ya da yıldıza yaklaşarak buharlaşarak yok olması gerekiyordu. Oysa Vega yaklaşık 350 milyon yaşında. Bu durumda, yok olan tozun, disk içinde kümeleşmiş toprakların ve gezegen adayı parçacıkların çarpışmalarıyla ya da kuyruklu yıldızların buharlaşmasıyla yeniden ortaya çıktığı düşünülüyor. Araştırmacılara göre yıldıza 150 milyon km kadar sokulan kuyruklu yıldızlar buharlaşıyor. Saçılan tozlar da daha sonra yıldızın ışınlı basıncıyla dış bölgelere doğru itiliyor.

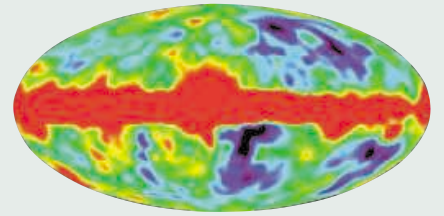
Toplam 84 yıldız Kızılötesi Uzay Gözlemevi (ISO) uydusuyla gözlemlenen Habing ve araştırma grubu, bunların en genç 14'ünün çevresinde toz diskleri saptamış. Görece yaşlı 70'indeyse disk belirlenememiş. Varılan sonuç, 300 milyon yıldan genç yıldızların çoğunda toz diskleri olmasına karşılık, yaş 400 milyonu aştığında diskler kayboluyor. ISO gözlemlerinde belirlenen tozun miktarıysa, Dünya kütesinin ortalama %1'i kadar. Bu kadar tozun 100 000 yılda yok olabileceği ve 400 milyon yıl süreyle de yeniden oluşabileceğinden yola çıkan araştırmacılar, başlangıçtaki toz miktarını 40 Dünya kütesi olarak hesaplıyorlar. Habing, başlangıçta diskteki gazın miktarınınsa, tozun 100 katı olduğunu düşünüyor. Böyle olunca, diskin başlangıçta %1 Güneş

kütlesinde olması gerekiyor. Bu da, tipik bir ön yıldız çevresindeki diskin kuramsal miktarına uyuyor.

Araştırmacılar, Güneş'in de çevresindeki toz diskini 400-800 milyon yıl içinde yitirdiğini düşünüyorlar. Kuiper Kuşağı'nın da, başlangıçta 30-50 Dünya kütesinde olması gerekiyor. Ayrıca kuyruklu yıldızların, Güneş Sistemi çevresindeki küresel Oort Bulutu'nu, dev gaz gezegenlerin ortaya çıkmasından çok kısa süre sonra oluşturdukları sanılıyor. Bu gezegenler, disk içindeki buzlu madde toprakçıklarını sistemin dış bölgelerine savurmuş olmalı. İç Güneş Sistemi'ndeki gezegenlerin uğradığı "Son Ağır Bombardıman"ın da, dış bölgelerdeki bu temizlenmeye hem süre, hem de tarih olarak koşut olduğu ve bu iki süreç arasında dinamik bir ilişki bulunabileceği, araştırmacılarca vurgulanıyor.

Sonuçta Habing ve ekibi, gözledikleri yıldızların Güneş sisteminin oluşmasında yaşanan benzer bir süreç içinde bulundukları görüşünü savunuyor.

Nature, 30 Eylül 1999



## İlk Gökadalar

COBE uydusunun 1992'de Büyük Patlama'dan kalma mikrodalga fon ışınlımında "topaklar" bulması büyük heyecan yaratmıştı. Büyük Patlama'dan 300 000 yıl sonra, ışınlımın maddeden bağımsızlaşmasıyla yayılan ve Evren'in genişlemesiyle günümüzde tayfın mikrodalga bölümünde saptanabilen bu ışınlım, Evren'in o günkü yapısının bir tablosu. Madde ve ışınlımdaki düzgün dağılımda, kütleçekim nedeniyle ortaya çıkan çok küçük yoğunluk dalgalanmaları, Evren'in bugünkü topraklı yapısının tohumları anlamına geliyor, Büyük Patlama kuramını doğruluyordu. Bu dalgalanmalar, daha sonra dev gökada kümelerini oluşturdu.

COBE'nin bir başka buluşuyorsa fazla dikkat çekmemişti. Görüntülerde, gece ufkun ötesindeki bir kentin yaydığına benzer bir ışıma vardı. Bu, Evren'in ilk kuşak yıldız ve gökadalalarının yaydığı kızılötesi ışınlımdı. COBE'nin kızılötesi teleskopları, gökada kümelerine karşılık gelecek bir topraklanma saptayacak duyarlılıkta değildi. Ama şimdi Kızılötesi Uzay Gözlemevi (ISO) tarafından sağlanan verileri inceleyen Fransız gökbilimciler Jean-Loup Puget ve Guilaine Lagache, fonda belirledikleri toprakların, kızılötesi dalga boylarında ışınlı yayan bir "gökadalar denizi"nden kaynaklandığını savundular. Öteki gökbilimciler de, bu ışınlımın, Evren'in ilk 1 milyar yılı içinde ortaya çıkmış, genç yıldızlarla dolu "süperparlak" gökadalardan geldiğini düşünüyorlar. Bunlar, kalın toz bulutlarıyla çevrili olduklarından ışınlımları toz tarafından soğutuluyor ve kızılötesi ışınlı halinde yeniden yayımlanıyor. Şimdiye kadar optik gözlemler, gökadalaların çok daha geç oluştuğu yolundaki savları destekliyordu. Ne yazık ki, ISO'nun COBE'den 25 kez daha duyarlı teleskopunu aynı bölgeye çevirtmek olanağı yok. Çünkü teleskop, soğutucu sıvı helyumun tükenmesiyle geçen yıl yaşamını noktaladı. Şimdi gökbilimciler, ilk gökadalar konusundaki bilgilerini derinleştirmek için NASA'nın 2002 yılında fırlatacağı Kızılötesi Uzay Teleskopu'nu (SIRTF) bekliyorlar.

Science, 19 Kasım 1999

## Parçacıkların Uyum Dansı

Fizikçiler 1995'te Bose-Einstein Çökeltisi (BEC) denen, soğutulmuş atomların aynı kuantum durumuna girip tek bir "süperatom" gibi davrandıkları bir madde biçimi oluşturdular. Ancak ABD'deki JILA Laboratuvarı fizikçilerinin bu başarısı, yarım kaldı. Çünkü doğadaki parçacıkların bölündüğü iki gruptan yalnızca bozonlar senkronize edilebilmişti. Şimdi başka bir JILA araştırmacısı, aynı şeyi uyumsuzluğuyla tanınan fermiyon adlı öteki grupla gerçekleştirilmeyi başardı.

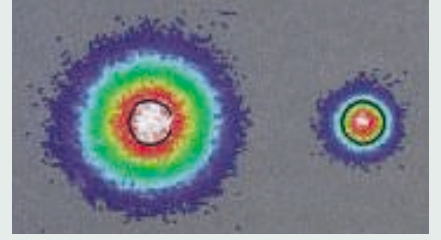
Tüm parçacıklar, bu iki gruptan birinin üyesi. Bunları ayırırsa, "spin" denen dönmeleri. Fotonlar, W ve Z parçacıkları gibi kuvvet taşıyıcılarını içeren bozonların 0, ya da tam sayı değerli spinleri var. Elektron, kuark, nötron, proton gibi madde parçacıklarını kapsayan fermiyonların spinleri ise kesirli. Atomlar da, içlerindeki temel parçacıkların spin toplamına göre iki gruptan birine giriyorlar.

Bu farkın önemli sonuçları var. En görünür etki, aynı kuantum durumunda aynı iki parça yanyana geldiğinde ortaya çıkıyor. Aynı türden bozonlar, aynı yeri paylaşmaktan gocunmayan arkadaş canlısı parçacıklar. Fermiyonlarsa antisosyal karakterli; aynı alanı paylaşmaktan hoşlanmıyorlar. Bu "dışlama ilkesi", parçacıkların davranışlarını belirliyor. Elektronlar fermiyon olduklarından,

atom içindeki en düşük enerji düzeyine topluca yerleşmiyorlar. Merdiven basamaklarına oturur gibi değişik enerji-deki yörüngelere yerleşiyorlar. Atomların enerji basamaklarında farklı elektron dizilişleri, doğada gördüğümüz element çeşitliliğini sağlıyor.

Bozonlar içinse, aynı kuantum durumunda bulunmanın bir sakıncası yok. Yeter ki, ısıyla yükselen hareketlilik kendilerini grup dışına atmasın. Bunun için de çok soğuk bir ortam gerekli. Önceki BEC deneylerinde kullanılan soğutma tekniği, parçacıklardan birinin ötekinden daha fazla enerji götürdüğü çarpışmalar oluşturmaktı. Böylece, daha enerjik parçalar dışarıya atılıyor ve geriye soğumuş bir gaz kalıyordu. Bir fincan kahvenin, doğal buharlaşma yerine yüksek teknolojiyle soğutulması gibi. Ama yöntem, fermiyonlar için yarsız; aynı anda aynı yerde bulunamayacaklarından çarpışma olmaz.

JILA'dan Deborah Jin, engeli aşmak için fermiyon sınıfından potasyum-40 atomlarından oluşan gazı manyetik bir alana yerleştirmiş. Böylece atomların enerji düzeylerini, farklı kuantum durumlarına karşılık gelen alt düzeylere ayırmış. Sonra da lazer ve radyo dalgalarıyla potasyum buharını hareketlendirmiş. Böylece atomların yarısı bir kuantum durumuna, yarısı da



Süper soğutulmuş gazın sıcaklığı Fermi sınırından düşüğe (sağda), Fermi yüzeyinde (siyah halkalar) daha fazla atom birikiyor. Beyaz renk en yüksek atom yoğunluğunu, mavi-siyah ise en düşükünü gösteriyor. Daha sıcak olan soldaki bulutta 2,5 milyon, neredeyse mutlak sıfırdaki sağ buluttaysa 0,78 milyon atom var. Bunda atomlar buharlaştırarak soğutma tekniği nedeniyle azalmış.

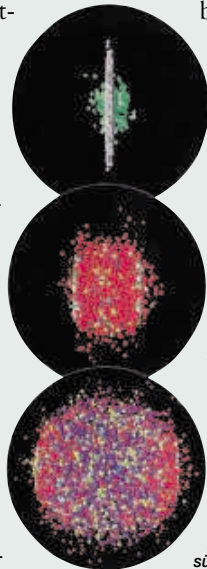
bir başkasına geçmiş. Aynı durumdaki atomlar birbiriyle çarpışamaz. Potasyum buharındaysa, farklı kuantum durumuna giren atomlar çarpışmaya başlamış. Nedeni, artık aynı özellikte olmamaları ve dışlama ilkesinin işlememesi. Sonuçta, farklılaşan kümeler birbirlerini soğutmaya başlamış.

Sıcaklık, -273°C olan mutlak sıfırdan yalnızca bir derecenin on milyonda üçü üzerindeki bir dereceye düştüğünde, atomların Fermi enerji ölçeğindeki en alt basamaklara çökme belirtileri görülmeye başlanmış. Bunlardan biri, potasyum buharının enerjisinin, fermiyon olmayan bir gazın aynı sıcaklıkta düşeceği enerjinin biraz üzerinde kalması. Nedeniyse, dışlama ilkesinin fermiyonik atomları en alt basamaklardan daha üste taşıması.

Science, 10 Eylül 1999

## 'Büyük Patlama' Deneyi Başlıyor

New York'taki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda bu ay başlayacak bir deneyin, parçacık fiziği ve evrenbilimin önemli sorunlarını aydınlatacağı umuluyor. Altın iyonları, Relativistik Ağır İyon Çarpıştırıcısı (RHIC) adlı çok güçlü bir parçacık hızlandırıcısında çarpıştırılacak. İyonlar 3,4 km'lik, -268°C'ye kadar soğutulmuş iki tünelde süperiletken mıknatıslarla ters yönde hızlandırılacak. 200 GeV (milyar elektron volt) şiddetindeki çarpışmada, sıradan madde içinde bulunandan 10 kat fazla enerji yoğunluklarına ulaşılabilecek. Fizikçiler, bu enerjide, atom çekirdekleri içinde hapsedilmiş kuarklarla, şiddetli çekirdek kuvvetini taşıyan gluon-



Çarpışan iyonlar önce kuark (beyaz) ve gluonlara (yeşil), sonra alt parçacık kümelerine (kırmızı), daha sonra da kaon, pion ve öteki parçacıklara ayrışıyor. Tüm süreç 10<sup>-22</sup> saniye sürüyor.

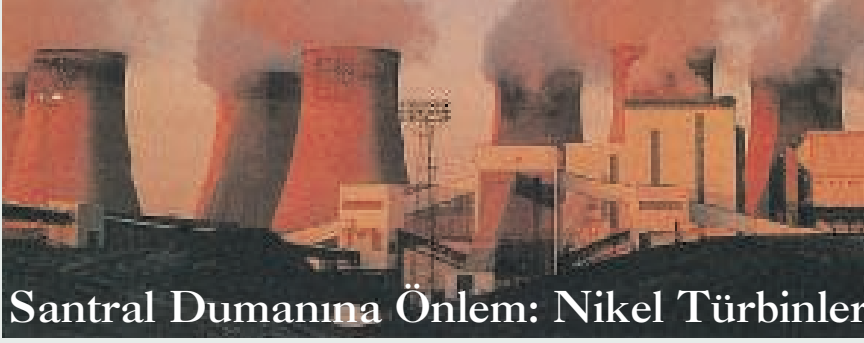
ları ilk kez serbest durumda, görmeyi umuyorlar. Bu, Büyük Patlama'dan sonraki ilk saniyenin birkaç milyonda biri içinde gerçekleşen faz geçişinin, yani kuark ve gluon plazmasının, bildiğimiz hadronik maddeye dönüşünün tam tersi demek. Deneylerde yalnızca iki iyonun çarpışması 10 000 parçacık oluşturacak. Enerji yoğunluğu, normal madde yoğunluğunun 10 katına çıktığında, kuarklar ve gluonlar arasındaki uzaklık kısalıyor; böylece kuarklar arasındaki kuvvetler zayıflıyor ve kuarklarla gluonların serbest kaldığı

faz geçişi ortaya çıkıyor. RHIC, bir başka bilmeceyi de aydınlayabilecek: Protonun kayıp spini. İçindeki temel parçacıkların spinlerinin toplamı, protonun toplam spininin yarısından daha az.

Fizikçiler, nötron yıldızları konusundaki bilgilerini de arttırabilmeyi umuyorlar. Kuramcılar, nötron yıldızlarının bazılarının içinde kuarkların, nötronlardan kurtulup serbest hale gelmiş olabileceklerini düşünüyorlar. Çarpışmalarda ortaya çıkacak parçaların sıcaklığı, 100 milyon elektronvolt enerjiye eşit düzeyde olacak. Yani nötron yıldızların sıcaklığının yüz katı. Serbest kuarklardan oluşan maddenin sıcak halinin tanınması, aynı maddenin bir milyon derecedeki "soğuk" durumuna ışık tutabilecek.

Physics Today, Ekim 1999  
Physics World, Haziran 1999





## Santral Dumanına Önlem: Nikel Türbinler

Termik santrallardan, özellikle de linyit yakanlardan çıkan dumanlar, hava kirliliğinin başlıca nedenlerinden sayılıyor. Üstelik bu bacalardan çıkan karbondioksit, bir sera gazı olduğu için küresel ısınma da etkili oluyor. Ama bazı araştırmacıların yaratıcı bir önerisi sayesinde duman ve karbondioksit atımı yarı yarıya azalabilir. Hem de çok ucuza. Yapılacak şey yalnızca bu santrallardaki buhar türbinlerinin çelik kanatçıklarını atıp, yerlerine jet motorlarının içlerinde kullanılan nikel temelli kanatçıklar koymak. Elbette uygun büyüklükte...

Bu konuda çalışmalar yürüten bir ekibe başkanlık eden Cambridge Üniversitesi malzeme bilimcilerinden Colin Humphreys'e göre bu yolla aynı ölçekte enerji üretmek için, şimdiye değin kullanılan yağ yakıt (fuel oil) ya da kömürün yarısı kadar hammadde kullanılabilecek, ayrıca duman ve gaz atımı da yarı yarıya azaltılabilecek. Araştırmacı, "bu, milyarlarca dolar tasarruf demektir" diyor.

Bir türbin, yüksek sıcaklıklarda daha randımanlı çalışır. Gelgelelim, günümüzde termik enerji santralları 550 °C'nin üzerinde çalışmıyorlar. Nedeni de, bu derecenin üzerinde çelik türbin kanatlarının erimesi. Humphreys ve arkadaşlarının araştırdıkları, santral işletme derecesinin 750 °C'ye yükseltilmesine izin verecek nikel temelli türbin kanatlarının kullanılıp kullanılamayacağı. Ortada

aşılması gereken birtakım sorunlar var: Jet motorlarındaki nikel türbin kanatlarının boyları yalnızca 8 cm. Üstelik 10 000 saat kullanımdan sonra değiştirilmeleri gerekiyor. Oysa santral türbinlerindeki kanatların boyları 1 metre olmak zorunda. Ayrıca 30 yıl kullanımda kalmaları bekleniyor. Bunların da ötesinde, jet motorları ve santral türbinlerindeki kanatların kimyasal bileşimleri de farklı olmak zorunda. Jet türbinlerinin kanatları, yüzde 70 nikelden, geri kalanı da 18 farklı elementin karışımından oluşuyor. Bunların başlıcaları titanyum ve alüminyum.

Santral türbin kanatçıklarının karışımının biraz daha farklı olması gerekiyor. Humphrey ve ekibi, ilk karışımların bir yıl içinde deneye hazır olacağını söylüyorlar. Ancak yeni türbinler geliştirilse bile, bunların halen varolan santrallarda kullanılmaları beklenmiyor. Çünkü bunların yalnızca türbinleri değil, kazanları ve boruları da düşük sıcaklıkta çalışmak için geliştirilmiş. Dolayısıyla dayanıklı nikel temelli türbinlerin ancak yeni kuşak santrallarda kullanılabileceği belirtiliyor. Gene de yeni türbinlerin, karbondioksit atımının azaltılmasında büyük bir rol oynayacağı uzmanlarca vurgulanıyor. Çünkü 2010 yılına kadar küresel enerji üretim kapasitesinin yüzde 60 oranında artması gerekecek.

New Scientist, 25 Eylül 1999

## Vantuz Babalar

Çımacılar bundan hoşlanmayacak ama, vapur yolcuları ve acemi kaptanlar için iyi haber. Artık daracık geçitlere yığılmış halatlara takılmak yok. Ya da beyaz pantolonunuzun paçasında yağ lekeleri olmayacak. Vapurun yanaşması için de sürekli ileri geri gidip durması gerekmeyecek. Hatta son darbe için de sağlam bir yere tutunma gereği yok. Çünkü artık vapur iskeleye değil, iskele vapura yanaşıyor. Yeni Zelanda'da başarıyla denenilen yeni bir bağlanma düzeneğinde, iskele kenarında raylar üzerinde gidip gelen vantuz bloklar, kıyıda uzanıp geminin bordasına yapışıyor ve yavaşça çekerek kıyıya yanaştırıyor. Hatta kıyıda iskele boyunca ileri yada geri taşıyabiliyor. Vantuzların boyları da dalgalı havalara ya da gel-git olayına göre ayarlanabiliyor.

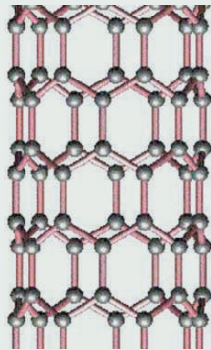


Mekanik çımacıları tasarlayıp geliştiren John Hadcroft ve Peter Montgomery, bu düzeneyle bir geminin kıyıya yanaşmasının yalnızca dört, ayrılmasının ise iki saniye sürdüğünü belirtiyorlar. Günümüzde en modern limanlarda bile yanaşma işlemi 15 dakika ve 12 kişinin ortak çabasını gerektiriyor.

New Scientist, 13 Kasım 1999

## Ucuz Hidrojen Yakıtı Gerçekleşme Yolunda

Araştırmacılar, yüzyılın düşlerinden biri olan temiz ve ucuz yakıtı, hiç değilse 21. yüzyılın başında gerçekleştirmenin hazırlığı için dener. Yapmaya çalıştıkları, uzayda en bol bulunan madde olan hidrojeni, çok küçük depolara yerleştirip yakıt haline getirmek. Bu depoların ilk örnekleri hazırlanmış bile: karbondan yapılmış, bir atom kalınlığında çeperli, 50 atomluk çevreleri olan ve çaplarının 1000 katı uzunluğunda si-



lindirler. İnsan saçını andırmakla birlikte çok daha ince yapıda bulunuyorlar. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü araştırmacıları, bu "nanotüpleri" ucuz grafit tozuyla metal katalizörlerden yapmışlar. Silindirler hidrojeni oda sıcaklığında güvenli biçimde saklıyor ve elektrik üreten yakıt hücrelerinde kullanılmak üzere düzenli biçimde salıyor. Nanotüpler, istenen büyüklükte kutulara yerleştirilebiliyor. Ancak

şimdilik bir tüpün depolayabildiği karışım ancak yüzde 4,2 oranında hidrojen içeriyor. Hedef, bu oranı ABD Enerji Bakanlığı'nın elektrikli otomobillerde kullanılacak yakıt hücreleri için belirlediği %6,5 sınırına taşımak. Bu gerçekleştiğinde, benzin deposu büyüklüğündeki kutu içine yerleştirilecek binlerce nanotüp, otomobili yaklaşık 1600 km. götürebilecek. Biten hidrojen yakıtı da kolayca yenilenebilecek.

<http://www.discovery.com/news/archive/news9911057bri-ef4html?ct=3834446>

## Kendini Kopyalayabilen Molekül

Laboratuvarda yaşam yaratıldığını söyleyebilmek için henüz çok erken. Ancak İngiliz bilim adamları, katalizörlerin yardımı olmaksızın kendi kopyalarını yaratabilen bir kimyasal madde geliştirdiklerini açıkladılar. Birmingham Üniversitesi'nden Douglas Philp ve yardımcıları, R1 adını verdikleri basit bir organik molekül yaratmayı başarmışlar.

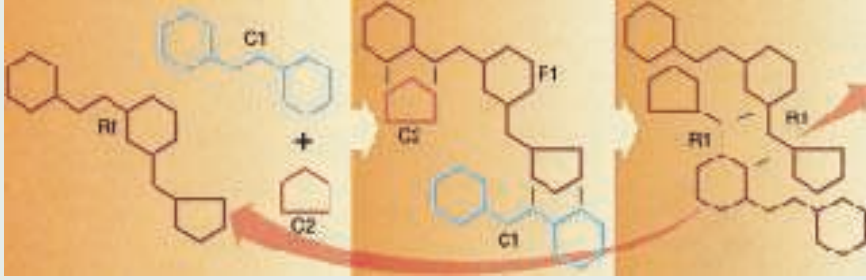
Aslında kendi sentezlerini hızlandıran başka sistemler de yok değil. Ancak Philp'e göre bunlar hem iyi işlemiyor, hem de bir molekülün çeşitli izomerlerinden birini tercih edemiyor. R1 ise, R2 adlı izomeri yerine kendi kopyasını oluşturmayı yeğliyor.

Araştırmacılar C1 adını verdikleri ve artı yüklü bir nitrojen atomu içe-

ren bir molekülle, C2 adlı ve bir asit grubu olan daha küçük bir molekülü, R1 içeren bir eriyiğe attıklarında, her üç molekül birleşerek bir kompleks oluşturuyorlar. Bu da C1 ve C2'nin birleşerek R1 oluşturmasını sağlıyor. Daha sonra iki R1 molekülüne dönüşen kompleks ayrılıyor ve birbirinin kopyası iki molekül ortaya çıkıyor.

Philp'e göre R1 canlı bir molekül değil. "Yaşamla özdeşleştirilen metabolik mekanizma bunda görülüyor". Ama R1, yaşamın kendilerini tekrarlamayı öğrenen organik moleküllerle ortaya çıkmış olabileceği varsayımını doğruluyor. Philp, bu yöntemin önemli ilaçların daha hızlı biçimde üretilmesini sağlayabileceğine inanıyor.

New Scientist, 6 Kasım 1999



## Dökme Tahta

Tahta, neredeyse mükemmel bir madde: Hafif, güçlü ve doğada kendiliğinden çürüyebiliyor. Doğal tahtanın tek kusuru, pahalı oyma ve bükme yöntemleri kullanılmaksızın biçim almaması. Ancak Alman bilim adamları, artık marangozların düşlerini gerçekleştirecek bir madde yarattılar: Tıpkı plastik gibi kalıplanabilen bir tahta.

Tahta başlıca iki polimerden oluşur. Birincisi uzun lifleriyle tahtaya güç veren selüloz; ikincisiyse selüloza yapışarak tahtaya sertliğini veren lignin adlı daha kısa moleküller. Karlsruhe yakınlarındaki Fraunhofer Kimya Teknolojisi Enstitüsü'nden Helmut Nägele ve arkadaşları, lignini selülozla yeniden birleştirerek, tahtayla aynı özellikte kalıplanabilir bir malzeme ortaya çıkardılar. Lignin, sıkıntısı çekilecek bir madde değil. Kâğıt üreticileri selüloz elde

etmek için bunu tahtadan ayırıp her yıl 50 milyon ton kadarını çöpe atıyorlar. Ekibin yaptığı, doğal selüloz liflerini bu atık lignine katarak granül oluşturmak. Araştırmacılar daha sonra bu granülleri, plastik tabakalar ya da şekillerin üretilmesinde kullanılan bir enjeksiyon kalıp aygıtına akıtıyor. Kalıp içindeki yüksek sıcaklık ve basınç altında lignin selüloza yapışıyor ve böylece yeniden oluşan tahta, kalıbın biçimini alıyor.

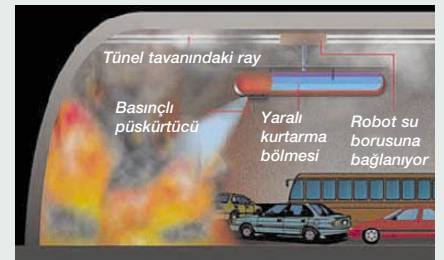
Ekip, ilk ticari ürün olarak kalıplanmış tahtadan bir kol saati kasası yapmış. Bunun için kenevirden elde ettikleri selüloz lifleri kullanılmış. "Arboform" adıyla patentlenen malzeme, ayrıca otomobil göğüslük ve kapı panelleri, bilgisayar ve televizyon kasaları ve özellikle mobilya yapımında da kullanılabilir.

New Scientist, 6 Kasım 1999



## Robot İtfaiyeci

Napolili itfaiyeci Domenico Piat-ti'nin tasarladığı robot söndürücü, özellikle uzun tünellerde can kaybını azaltabilir. Tünel yangınlarına hızlı yetişmek önemli. Ayrıca itfaiyecilerin dumanla kaplı, sıcak tünellerde ilerlemesi de güç. Fransa-İtalya sınırındaki 12 km uzunluğundaki



Mont Blanc tüneline Mart ayında çıkan yangında 41 kişi ölmüştü. Yangın robotu, tünelin tavanına ya da duvarına döşenmiş bir ray üzerinde dizel motoru ya da aküyle hareket eden, ateşe dayanıklı malzemeden yapılmış uzun bir silindir. Yangına ulaştığında tünel içindeki bir su borusuna bağlanarak dakikada 3000 litre basınçlı su püskürtüyor. Hızı, saatte 50 km. Tünelin dışından uzaktan kumandayla kontrol edilebileceği gibi, içine binen itfaiyecileri de ateşe ulaştırabiliyor. İstenirse, yaralı tahliye edebilen modeli de var. Fiyatı yaklaşık 250 000 sterlin.

New Scientist, 20 Kasım 1999



## Uydular İçin Mikrodalga Motorlar...

Evlerimizde kullandığımız mikrodalga fırınlar uzay araçlarında yepyeni ve pratik bir itki için esin kaynağı oldu. Tüm roketler için ortak çalışma ilkesi, yakıt görevi yapan maddeleri arkadan yüksek hızlarla dışarıya atmak, böylece aracın ileriye gitmesini sağlamak. Kimyasal roketler yakıtı yakarak aracın gerisinden fırlatılacak sıcak gaz üretiyorlar. İyon motorları ve Hall iticileri gibi yeni itki sistemleri ise, elektrik ve manyetik alanlardan yararlanarak elektrik yüklü parçacıkları motordan dışarıya fırlatıyorlar. Böylelikle küçük, ama enerji randımanı yüksek bir itme sağlıyorlar.

ABD'nin Pennsylvania Eyalet Üniversitesi'nde bir uçak mühendisi olan Michael Micci, tıpkı mikrodalga fırınlarda olduğu gibi mikrodalga bandındaki elektromanyetik ışınımı bir ısı kaynağı olarak kullanan motor-

lar üzerinde çalışıyor. Araştırmacı, "Sistem, bir kimyasal rokettekinin aynısı; tek farklılık termal enerjinin kimyasal tepkimeler yerine mikrodalga ışıınımdan kaynaklanması" diyor. Ancak kimyasal roketlerin aksine mikrodalga motorları, akla gelebilecek her türlü gazı yakıt olarak kullanabiliyor. "Şimdiye değin helyum, nitrojen, amonyak kullandık, ama motor her türlü yakıtla, örneğin su buharıyla, hidrojenle, kısacası hemen her şeyle çalışabilir".

Daha da önemlisi, mikrodalga motorlar, performanslarını yitirmeksizin istendiği kadar küçültülebiliyor. Micci, daha şimdiden 80 watt, yani bir ampulü yakacak kadar düşük enerjiyle etkin biçimde çalışan bir itici yapmış. Bu motor, "mini ve mikro uydular" için tasarlanmış. Mikrodalga iticiler, kimyasal bir roketten



çok daha az yakıt kullanmasına karşılık, aynı enerji düzeyindeki bir iyon motorundan üç ilâ beş kat fazla itki sağlıyorlar. Bu da araca, bugün kullanılan itki türlerinin sağlayabileceğinden çok daha yüksek bir hızla manevra yaptırabilme olanağı sağlıyor.

New Scientist, 6 Kasım 1999



**Elektrik Motoru**

Avrupa Uzay Ajansı ESA'nın 2002 yılında Ay'a göndereceği SMART-1 aracı, derin uzay uçuşları için tasarlanan ve Güneş enerjisinin ürettiği elektrikle çalışan bir itki sistemini deneyecek. Araç, 17 aylık bir yolculuktan sonra 6 ay süreyle Ay yörüngesinde incelemeler yapacak. Derin uzay seferleri için ideal olarak değerlendirilen itki, Güneş enerjisiyle üretilen elektrğin, xenon gazını aracın arkasından çok yüksek hızla atmasıyla sağlanacak. Aracın hız kazanması zaman alıyor, ama belli bir noktaya geldikten sonra hız sürekli katlanarak artıyor. Proje yöneticisi Giuseppe Racca, kimyasal sistemlere oranla elektrik itkisinin, bir uzay aracını hızlandırmak için çok az kütle harcadığını belirttikten sonra, "ama buna karşılık, plazma yakıtını 10 kat daha hızlı fırlatıyor" diyor. Bu teknoloji, NASA'nın bir asteroidle randevuya gönderdiği Derin Uzay 1 adlı aracındakine benziyor. Derin Uzay 1 aracı, iyon motorları kullanılıyor.

<http://www.discovery.com/news/archive/news991115/brief3.html?ct=3832be51>

## ...Ve Yakıt İstasyonları

ABD Savunma Bakanlığı araştırmacıları, ülkenin casus uydularına yörüngede yakıt ve bakım hizmeti verecek bir uzay robotu üzerinde çalışıyorlar. Savunma Bakanlığı İleri Araştırma Projeleri Ajansı (DARPA) Taktik Teknolojiler Bölümü Yöneticisi David Whelan'a göre, gerçekleştirildiğinde yeni sistem, uydunun ömrünü kat kat arttıracak. Bağımsız Uzay Nakliye ve Robot Yörünge Aracı (Autonomous Space Transporter and Robotic Orbiter - ASTRO) adı verilen yakıt robotu, casus uyduyla yörüngedeki park yerlerine konumlandırılmış yakıt depoları arasında mekik dokuyacak.

Günümüzdeki uydular, karşı tarafa önlem alma olanağı veriyor. Çünkü uydu rotasını değiştirmedeği takdirde, bir süre sonra nerede olacağı kolayca kestirilebiliyor. Rota değişiklikleri ise, araçta sınırlı ölçüde bulu-

nan hidrazin yakıtının kısa sürede tükenmesine yol açarak uydunun ömrünü kısaltıyor. Uydular için güvenli ve sınırsız bir kaynağa kavuşmak, casus uydularını yöneten yer görevlilerine, sık sık manevra yaptırma olanağı anlamına geliyor. Yörüngelerin istendiği anda değişmesi de, karşı tarafın uyduların rotasını kestirme yeteneğinin büyük ölçüde sınırlandırılması demek.

DARPA programı askeri uydulara kenetlenme üniteleri takılmasını öngörüyor. Bu sayede uydulara robotlar aracılığıyla yeni yakıt doldurulabilecek. DARPA'ya ASTRO'nun tasarımına başlayabilmesi için 5 milyon dolar verilmiş. Kurum, uçak ve uzay endüstrisi şirketleriyle ilk prototiplerin geliştirilmesi için önümüzdeki yıl içinde anlaşmayı hedefliyor. DARPA araştırmacılarına göre ileriki yıllarda uyduların elektronik donanımı mo-

dül sistemine göre düzenlenecek. Böylelikle de servis robotları yakıt doldurduktan başka, uydunun bozulmuş ya da eskimiş parçalarını da değiştirebilecek.

New Scientist, 30 Ekim 1999



## Yapay Kalp Damarı

Bir yapay organ firmasının geliştirdiği yapay kalp damarının klinik deneyleri de başarılı olursa koroner kalp hastalarının baypas gerektiren tıkalı kalp damarları, yapaylarıyla değiştirilebilecek. Bir kolajen iskele üzerinde yetiştirilen yapay damarın özelliği genişleyip büzülebilmesi, böylece de kalbe kan akışını düzenleyebilmesi.

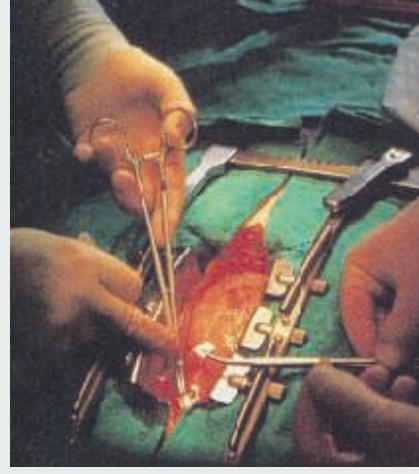
Bir atardamar tıkanığında, cerrahlar genellikle bacadan bir toplar damar alıp bunu tıkanmış damarın içine dikeyiyor ve kan akımını yeniden sağlıyor. Sorun, baypas gereken hastaların üçte birinde, yeterince sağlıklı toplar damar bulunmaması. Gerçi araştırmacılar, daha önce selülozdan kan damarı yaptılar. Ancak bunlar, kalbin değişen kan gereksinimini karşılamak üzere genişleyip büzülemediklerinden, insan damarı için iyi bir alternatif değil.



## Kalbin Oksijen Ayarı

Bedenimiz yorucu bir iş yaparken kalbi besleyen atardamarlar, oksijence zengin kanı daha yoğun miktarlarda iletmek üzere genişler. Kalp yavaşladığında, bu damarlar yeniden büzülür. Yoksa, fazla oksijen kalbin içinde erir ve kas hücrelerince son derece zararlı "serbest radikallere" dönüştürülür.

Kalbin fazla oksijenden kaçınma mekanizmasını araştıran Pennsylvania Eyalet Üniversitesi doktorlarından Saul Winegrad, kas hücrelerinin, kalbi besleyen damarlara büzülmesi gereken zamanı bildirdiklerini düşünmüş. Sıçan kalplerinden aldığı kas hücrelerini, farklı oksijen düzeylerindeki büyüme ortamlarında kültürlemiş. Kültürü, sıçan kalbindeki aort damarından alınan bir dilime döktüğünde aort parçası, kültürdeki kan hücrelerinin oksi-



Organogenesis adlı bir ABD biyotıp firması araştırmacılarından Sue Sullivan ise, bir domuz bağırsağından aldığı kolajen üzerindeki tüm hücreleri temizlemiş. Ortaya çıkan delikli protein tabakayı da boru biçimine sokmuş. Bu iskele sağlam ama pürüzlü. Bu nedenle, boru içine bir de daha pürüzsüz ama zayıf olan inek kolajeninden ikinci bir tabaka yerleştirmiş. Bunun da içini heparin adlı, pıhtılaşmayı önleyen bir maddeyle kapladıktan sonra 18 denek tavşanın atardamarlarına nakletmiş. Kısa sürede tüplerin içi, doğal damarların iç çeperlerinde bulunan ve pıhtılaşmayı önleyen endotel astar hücrelerle kaplanmış. Bu nedenle de tüplerin hiçbirinde tıkanma olmamış. Daha da önemlisi, kılcal damarlar ve uzun kas hücreleri, nakledilen tüplerle bağlantı yapmaya başlamışlar. Üç ay sonra Sullivan, tüplerin de, doğal damarları yöneten kimyasal sinyale cevap vererek büzüşüp açılmaya başladığını gözlemiş.

New Scientist, 30 Ekim 1999

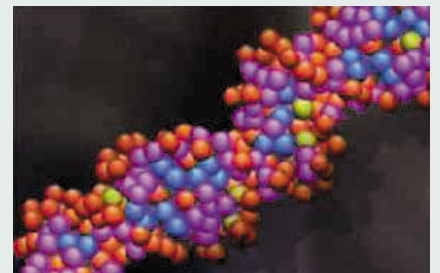
## İnanılmaz Bakteri



Araştırmacılar, 1.5 milyon rad ölçüğünde gama ışınımına dayanabilen bir bakterinin genetik haritasını çıkarmayı başardılar. *Deinococcus radiodurans* adlı bakteri, insanlar için öldürücü düzeyin 3000 kat üzerindeki radyasyondan bile etkilenmiyor. 1956 yılında gama ışınlarıyla "sterilize edilen" konserve etlerin üzerinde bulunuşundan bu yana, tüm öteki bakterilerin öldüğü zorlu ortamlarda sık sık ortaya çıkmış. Örneğin, bir radyoaktif sezyum kaynağının çevresindeki koruyucu su havuzu ve kuzey kutbundaki kayalar. Ayrıca, şiddetli mor ötesi ışınım da dayanıklı. Bakterinin, yüzlerce parçaya bölünen genlerini bir gün içinde tümüyle tamir ettiği belirlendi. ABD Enerji Bakanlığı'nın desteklediği bir proje çerçevesinde Genomic Araştırmalar Enstitüsü (TIGR) bilim adamları, bakterinin halka şeklindeki iki kromozomu üzerinde biri 2.6 milyon, öteki 400 000 baz çiftinin dizilimini belirlediler. Gen haritası ayrıca biri 177 000 baz çiftli bir megaplazmid, öteki de 45 000 baz çiftli bir plazmidi de kapsıyor. TIGR'in kurucusu Craig Venter, 2002 yılına kadar insan gen haritasını çıkarmayı hedefliyor.

Kanser araştırmacıları, özellikle bakterinin parçalanmış DNA'sını nasıl tamir ettiğini öğrenmeye çalışıyorlar. Çünkü kansere, genellikle tamir edilemeyen DNA yol açıyor. Enerji bakanlığı, yeni genler eklenen bakteriye eski silah fabrikalarının tehlikeli atıklarını temizletmeyi tasarlıyor. Genleri değiştirilen *D. radiodurans*, toluen adlı zehirli bir organik maddenin ayrıştırılması ve civanın daha zararsız maddelere dönüştürülmesinde de kullanılmış.

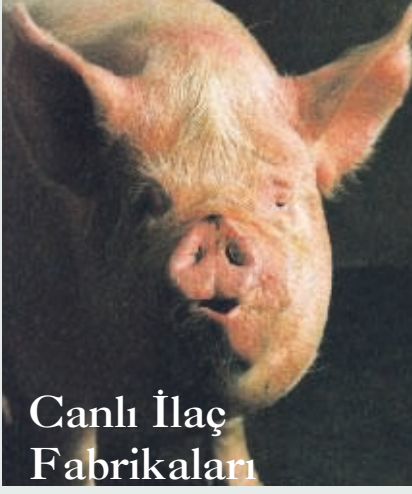
[http://www.eurekalert.org/restricted/emb\\_releases/tigr-gio111299.html](http://www.eurekalert.org/restricted/emb_releases/tigr-gio111299.html)



Winegrad, kalp hastalığıyla bu mekanizmanın bozulduğu görüşünde. Angiotensin, damar astarından aldığı bir sinyalle harekete geçiyor. Hastalığın ilk evrelerinde bu astar bozuluyor ve angiotensinin etkilerini iletme yeteneğini yitiriyor. Böylece, egzersizden sonra da kalbe yüksek düzeyde oksijen giriyor. Çoğalan serbest radikaller de damarlardaki bozulmayı hızlandırıyor.

New Scientist, 30 Ekim 1999





## Canlı İlaç Fabrikaları

Bisküvi paketleri üzerinde okumaya alıştık: "Ürünümüzde domuz yağı yoktur"!.. Ama yolumuz markete değil de eczaneye düşüyorsa, fazla seçici olmanın ne yararı var, ne de anlamı. Çünkü erkek domuzlar, daha doğrusu spermeleri, son derece üretken ilaç fabrikaları olabilir.

Aslında inekler ve koyunlar sütlerinde insanlar için kan pıhtılaştırıcı maddeler ve öteki bazı ilaçlar üretiyorlar. Ancak Kanada'nın Quebec eyaleti Laval Üniversitesi'nden François Pothier, sperm keseciklerinin de, yararlı protein üretiminde süt bezleri kadar başarılı olduğunu savunuyor.

Araştırmacı, önerisini sınamak için insan büyüme hormonu geniyle, P12 gen tetikleyicisini farelere aşılamış. P12, farelere istenen proteinleri

spermelerinde üretmeleri talimatını veren bir DNA dizisi. Gerçekten de, yetişkin farelerin spermelerinde insan hormonu saptanmış. Pothier, şimdi de uygulamayı evcil hayvanlar arasında en yüksek spermatoplazm (meni) hacmi üreten erkek domuzlar üzerinde gerçekleştirmeyi planlıyor. Bu hayvanlar, haftada birçok kez ortalama 200-300 ml meni üretebiliyor.

Gerçi tek bir ineğin üretebileceği hormonu üretebilmek için 200 domuz gerekiyor. Ancak Pothier, spermin süte göre belirli üstünlükleri olduğunu vurguluyor: Sperm keseciğindeki proteinlerin kana sızması (dolayısıyla azalması), süt bezlerine göre daha zor. Ayrıca spermdeki proteinleri ayıklamak, süttekinden daha kolay. ABD Kızılhaç'ının Plazma Türevleri Laboratuvarı araştırmacılarından Henryk Lubon da, domuz sperminden elde edilecek proteinler için önemli uygulama alanları olabileceği görüşünde. Nedeni, domuzların genetik olarak insana ineklerden daha yakın olmalarının yanı sıra, insan proteinlerinin domuz sıvılarında değişikliğe uğrama olasılığının görece daha düşük olması.

Science, 29 Ekim 1999



## Sivrisineğe ve Sıtmaya Karşı Nane

Hintli araştırmacılar, nane yağının, sivrisineklerce taşınan hastalıklar önlediğini belirlediler. Nane, sivrisinekleri kaçırmakla kalmıyor, larvalarını da öldürüyor. Yeni Delhi'deki Kırsal Kalkınma ve Teknoloji Merkezinden Musharraf Ansari ve ekibi naneden çıkardıkları yağ üç sivrisinek türü *Aedes aegypti* (dank taşıyan), *Anopheles stephensi* (sıtma) ve *Culex quinquefasciatus* (filariasis ve Batı Nil virüsü) denemiş. Larvaların bulunduğu tepsilerdeki suya birkaç damla yağ dökülmüş. Yağın oranı, su yüzeyinin her metrekaresi için 3 ml'yi bulunca, üç tür sivrisineğin de larvalarının neredeyse tümü, bir gün içinde ölmüş. Ayrıca yağ bedene sürüldüğünde sivrisinekleri kaçırmaya gücü, değişik türlere göre değişmekle birlikte ortalama %85.

New Scientist, 20 Kasım 1999

## Anlaşamayan Delikler



İki burun deliğimiz var. Gelgelelim ikisi de kokuları birbirlerinden farklı algılıyor. Ancak California'lı araştırmacılara göre bu sorun değil. Tersine bu sayede beynimiz dışarıda olup bitenleri daha iyi kavıyor. Aslında hava her zaman burun deliklerinin birinden, ötekine oranla daha hızlı geçiyor. Nedeni burun deliklerinin biri içindeki hafif bir kabarıklık. Her birkaç saatte bir, bu kabarıklık birinden ötekine geçiyor. Bu da kokunun hangi hızla hangi deliğe çekildiğini belirliyor. Ayrıca burnun mukozası da değişik kokuları değişik hızlarda soğuruyor.

Stanford Üniversitesi araştırmacılarından Noam Sobel, bu iki unsur nedeniyle iki burun deliğinin farklı koku

profilleri üreteceğini düşünmüş. Varsayımına göre, şişmiş burun deliğiyle, yani hava akımının daha yavaş geçtiği delikle solunan maddelerin daha güçlü bir koku bırakması gerekiyor. Nedeni, bu maddenin soğurulması için daha çok zaman olması. Buna karşılık çabuk soğurulabilecek kokularsa, hızlı akım deliğiyle daha kolay algılanacak.

Varsayımı sınamak için ekip 20 gönlüye yarı yarıya oktan ve L-karvon adlı bir maddeden oluşan bir karışım koklatmış. Özellikleri gereği oktan yavaş, L-karvon ise hızlı biçimde soğuruluyor. Deneklerden, karışımı sırayla bir sağ, bir de sol burun delikleriyle koklayıp karışımındaki maddelerin oranlarını söylemeleri istenmiş. Deney, öngörülerine uygun biçimde sonuçlanmış. Deneklerden 17'si, havayı hızlı geçiren delikle kokladıkları karışımında daha çok L-karvon bulunduğunu söylemişler. Buna karşılık yavaş hava akımlı burun delikleriyle solunan karışımsa, oktan lehine sonuç vermiş.

New Scientist, 6 Kasım 1999

## Okuma Güçlüğüne Karşı Renkli Lens

Disleksi nedeniyle okumakta güçlük çeken çocuklar, renkli kontakt lensleriyle sözcükleri daha rahat izleyebilecekler.

Bu hastalar, sözcükleri hareket eder biçimde görüyorlar, ya da metin içinde yılan ya da ırmaklara benzer desenler algılıyorlar.

Chester'deki Ultralase Kliniği araştırmacılarından David Harris, disleksili 47 çocuk ve yetişkinle yaptığı deney sonunda renkli lenslerin okuma performansını %15 artırdığını saptamış.

Disleksi, gözün retina tabakasıyla beyindeki görme korteksi arasında bağ kuran sinir hücrelerinin bozulmasıyla ortaya çıkan bir hastalık. Bu hücrelerin en çok sarı-turuncu renge duyarlı oldukları belirlenmiş. O halde renkli lensler, bu rengi süzmek yoluyla hastanın daha iyi okumasına olanak sağlıyor denebilir.

New Scientist, 30 Ekim 1999

## Nerede ne var?

Gülgün Akbaba

### MESA "Deprem Güvenli Konut" Sempozyumu Yapıldı



12 Ekim'de, TÜBİTAK Feza Gürsey Konferans Salonu'nda (Ankara) gerçekleştirilen sempozyumda, ülkemizdeki deprem olgusunu ve bunun doğurduğu deprem sorununu kuşatan bir program çerçevesinde, toplam 11 bildiri sunuldu. Ağırlıklı olarak deprem, konut ve yapı dayanımı konularını irdeleyen bildirilerin yer aldığı sempozyumda, afet planlaması ve afetlerin psiko-sosyal boyutlarını irdeleyen bildiriler de sunuldu. Sempozyumun ilk bildirisi, ülkemizde deprem riski yüksek olan bölgelerde az katlı betonarme yapı üretimi sorununa alternatif bir mühendislik yaklaşımı öneren Prof. Dr. Mete Sözen'in bildirisiydi. Bunu, İstanbul için kapsamlı bir deprem afet anaplanının geliştirilmesi gerektiğini örneklerle gündeme getiren Prof. Dr. Mustafa Erdik'in bildirisi izledi. Daha sonra sunulan Prof. Dr. Atilla Ansal'ın bildirisiyse "Depremlerde Yerel Zemin Davranışları" adını taşıyordu. Prof. Dr. Yıldız Sey'in "Deprem Bölgelerinde Yerleşme ve Konut", Prof. Dr. Uğur Ersoy'un "Binaların Mimarisinin ve Taşıyıcı Sisteminin Deprem Dayanımına Etkisi.", Prof. Dr. Haluk Sucuoğlu'nun "Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı" ve Prof. Dr. Tuğrul Tankut'un "Betonarme Yapıların Deprem Dayanımı Bakımından Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi" adlı bildirileri de deprem zararlarının azaltılması çalışmalarını kent planlaması, yapı tasarımı, mimari ve inşaat teknolojileri yönünden değerlendiriyor ve çeşitli öneriler sunuyordu. Ardından, Prof. Dr. Nuray Krancı, 1992 Erzincan depreminden bu yana depremlerin psiko-sosyal boyutlarıyla ilgili yürüttüğü araştırmalar ve uygulamaların ortaya çıkardığı önemli sonuçları "Afetin Psiko-Sosyal Boyutları" adlı bildirisiyle sunarken, Prof. Dr. Polat Gülkan da "Afetlere Karşı Hazırlıklı Olma: Planlama ve Yapı Denetimi" adlı bildirisiyle afetlere karşı hazırlıklı olmanın toplumsal bir seferberliği gerektirdiğini dile getirdi. Sempozyumun en popüler ismi Nasuh Mahruki'nin "Deprem Öncesi, Sırası ve Sonrasında Yapılması ve Yapılmaması Gereken Davranışlarla İlgili Notlar" adlı bildirisiyse AKUT'un 17 Ağustos depremindeki deneyinlerini aktarıyordu. Sempozyumun son bildirisi, "Deprem Olayına Toplu Bir Bakış"ta Prof. Dr. Erhan Karaesmen, sunulan diğer bildirileri değerlendirerek, sempozyum konusunun ana çerçevesini çizdi.

### 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi

Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) ve Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nün birlikte düzenledikleri SİMER' 2000 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi 13-14 Nisan 2000'de Çukurova Üniversitesinde gerçekleştirilecek. Kongrenin amacı, soğutma ve iklimlendirme konusunda yapılan çalışmaları tanıtmak ve bu alanda çalışanlar arasında bilgi alış verişini sağlamak. Kongrede değinilecek konularsa şöyle: "Soğutma Makineleri, Soğutucu Akışkanlar, Soğutma Sistemleri, Isı Pompaları, Konfor İklimlendirmesi, Enerji Geri Kazanımı, Sera İklimlendirmesi, Soğuk Muhafaza Tekniği, Özel İklimlendirme, Termodinamik ve Isı Transferi."



İlgilenenler için: Doç. Dr. Orhan Büyükalaca, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü - 01330 Adana  
Tel: (322) 338 6772 - 3386485 - 338 6084 (Dahili 2722)  
Faks: (322) 338 6126 e-posta: orhan1@mail.cu.edu.tr

### Uluslararası Eczacılık Bilimi Toplantısı

Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi'nin düzenleyeceği "International Symposium on Pharmaceutical Sciences" toplantısı, 27-29 Haziran 2000 tarihleri arasında yapılacak.

İlgilenenler için: Prof. Dr. Nilüfer Tanıncı, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Tandoğan 06100, Ankara  
Tel: (312) 222 0471 Faks: (312) 213 1081  
URL: <http://www.pharmacy.ankara.edu.tr/isops6.html>  
e-posta: ankpharm@pharmacy.ankara.edu.tr

### TOK'2000

Denetim ve Sistem Kuramı, Optimal Denetim, Denetim Uygulamaları, Sistem Modelleme ve Tanıma, Öngörülü Denetim, Uyarlamalı Denetim, Dayanıklı Denetim, Süreç Denetimi, Robotik, Motor Denetimi, Endüstriyel Otomasyon konularının tartışılacağı Otomatik Kontrol Türk Milli Komitesi Otomatik Kontrol Sempozyumu, 21-22 Eylül 2000'de Hacettepe Üniversitesi'nde gerçekleştirilecek.

İlgilenenler için: TOK'2000 Toplantısı Düzenleme Kurulu Hacettepe Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü 06532, Beytepe, Ankara.  
Tel: (312) 297 70 03 Faks: (312) 299 21 25  
İnternet: <http://www.ee.hacettepe.edu.tr/tok2000>  
e-posta: tok2000@ee.hacettepe.edu.tr

### Tıp Tarihi Kongresi

VI. Türk Tıp Tarihi Kongresi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıp Etiği ve Tıp Tarihi Anabilim Dalı tarafından, 22-24 Mayıs 2000'de, İzmir'de yapılacak.

İlgilenenler için: Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Deontoloji ve Tıp Tarihi Anabilim Dalı Bornova / İzmir  
Tel: (232) 343 43 43/ 4066-3626 Faks: (232) 342 00 01

### Malzeme 2000

Pamukkale Üniversitesi, 26-28 Nisan 2000'de, 8. Denizli Malzeme Sempozyumu'nu düzenliyor. Sempozyumda, "Metaller, Plastikler, Yeni Malzemeler, Malzeme Muayeneleri, Triboloji, Yüzey Tekniği, İç Gerilmeler, Yorulma, Isıl İşlemler, Toz Metalürjisi, Döküm Tekniği, Plastik Şekillendirme, Kaynak Tekniği, Lehim ve Yapıştırma, Korozyon, Malzeme Geri Kazanımı" konuları irdelenecek.

İlgilenenler için: Prof. Dr. Mehmet Yüksel  
PAU Mühendislik Fakültesi Çamlık 20020 Denizli  
Tel : (258) 212 55 32 Telefax : (258) 212 55 38  
e-posta : dms2000@pamukkale.edu.tr

### Hipertansiyon ve Anestezi

Hipertansiyon ve Anestezi konulu panel 17 Aralık'ta saat 14:00'de, Edirne Türkân Sabancı Kültür Merkezi'nde yapılacak. Panelin katılımcıları, Prof. Dr. Zafer Pamukçu, Prof. Dr. Armağan Tuğrul, Yrd. Doç. Dr. Turhan Kürüm ve Yrd. Doç. Dr. Ayşin Alagöl.

### Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi



İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, YTÜ Makina Fakültesi Gemi İnşaatı Bölümü, Türk Loydu Vakfı, TMMOB Gemi Mühendisleri Odası, işbirliği ile hazırlanan Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99, İTÜ Ayazağa kampüsünde 2-3 Aralık 1999 tarihinde gerçekleştirilecek. Kongrenin amacı gemi inşaatı ve deniz teknolojisi ile ilgili tüm sektörlerden temsilcileri bir araya getirmek, sektörü ilgilendiren çeşitli konulara ilişkin sunulan bildirileri tartışmaktır. Kongre kapsamında bildiri ve poster oturumları, sergi, panel, gemi model deneyleri gibi etkinlikler yer alacak.

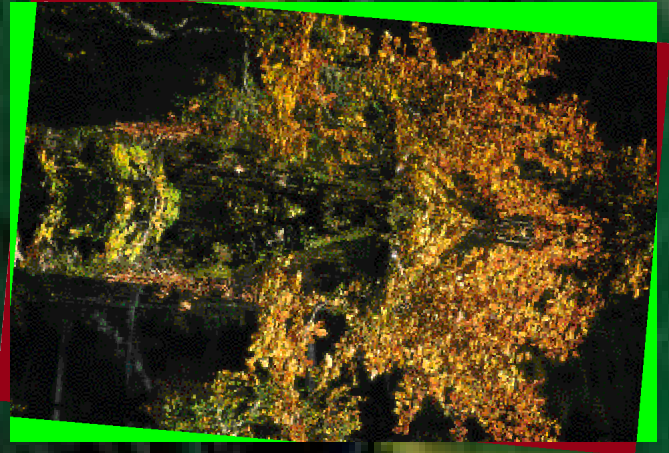
Kongrede tartışılacak konular şu başlıklar altında toplanacak: "Gemi Dizaynı ve İnşaatı, Gemi İnşaatı ve İşletmeciliğinde Teşvik ve Finansman, Yeni Üretim ve Onarım Teknikleri, Deniz ve İç Su Taşımacılığı, Gemi İşletmeciliği Bilgisayar Destekli Dizayn ve Üretim (CAD/CAM) Teknikleri, Deniz Teknolojisi ve Oseanografi, Denizde Güvenlik ve Uluslararası Kurallar, Gemi Makinaları ve Donanımları, Gemi Mühendisliğinde Eğitim-Öğretim, Savaş Gemileri, Özel Gemilerin Dizayn ve Üretimi Gemi İnşaatında Yeni Malzemeler." Kongrede, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi emekli öğretim üyelerinden Prof. Mesut Sıvı onuruna da bir oturum düzenlenecek. Oturumun konusuyorsa, gemi mukavemeti ve konstüksiyonu.

İlgilenenler için: Y. Doç. Dr. Ertekin Bayraktar  
GİDTTK99, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi 80626 Maslak - İstanbul  
Tel : (212) 285 64 64 Faks : (212) 285 65 08 - 285 65 54  
URL : <http://www.gidb.itu.edu.tr/kongre99.htm>  
e-posta : bayrak@itu.edu.tr



Prof. Dr. Atilla Ansal ve Prof. Dr. Haluk Sucuoğlu'nun, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin geçen ayki sayısında yayımlanan makaleleri, MESA Şirketler Topluluğu'nun 30. kuruluş yıldönümü nedeniyle gerçekleştirilen bu sempozyumun bildiriler kitabından alınmıştır.





# Yaşayan Bilim ve Teknik 5 “Doğa” Fotoğraf Etkinliği

TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nin 1995 yılından bu yana düzenlediği fotoğraf etkinliklerinin beşincisinin ilk aşaması sonuçlandı. Bize gönderdiğiniz fotoğraflar arasından yapılan seçime, yaklaşık 200 kişi katıldı. 600 saydam ve 140 siyah-beyaz eser arasında seçim yapıldı.

15 Kasım'da gerçekleştirileceği duyurulmasına karşın kimi aksaklıklar nedeniyle bir gün sonra gerçekleştirilen seçici kurul toplantısı yaklaşık 7 saat sürdü. Kurul üyelerinden Fatih Orbay mazereti nedeniyle katılamadı. Seçici kurul 90 saydamı sergilemeye değer

bulurken, bu yıl, siyah-beyaz baskı altında sergilemeye değer yapıt bulamadı.

Sergilemeye değer bulunan yapıtları, 13-18 Aralık 1999 tarihleri arasında TÜBİTAK Feza Gürsey Salonu'nda görebilirsiniz.

Aynı tarihler arasında etkinliğimizin ikinci ayağını oluşturan saydam gösterileri var. Çeşitli fotoğraf sanatçılarından sunacağı gösterilerin programı şöyle:

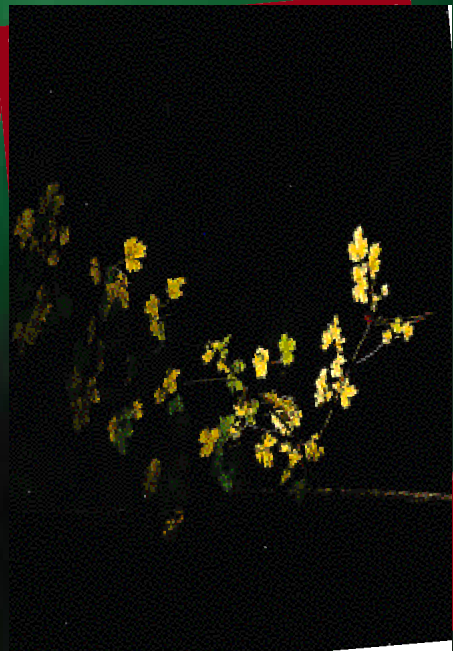
13 Aralık 1999'da, Nusret Nurdan Eren, “Türkiye Doğasından Bir Kesit”, 14 Aralık 1999'da, Mustafa Reşat Sümerkan, “Dağlar”, adlı saydam gösteri-

leri sunacak. 15 Aralık 1999'da, Tahsin Ceylan'ın, “Mavi Derinliklerin Gizemi” adlı kısa bir belgesel filmi izlenebilir. 16 Aralık 1999'da, Gökhan Türe, “TransAvrupa Kano Yolculuğu”, 17 Aralık 1999'da, İFSAK Doğa Grubu, “Sular” da programda yer alan diğer saydam gösterileri. Bütün gösterilerimiz saat 18:30'da başlıyor.

Fotoğraf etkinliğimize, tüm katılımcılarımız ve okuyucularımızın yanında, tüm doğa ve fotoğraf severleri bekliyoruz.

Koordinasyon Grubu







## Bilgisayar Dünyasından

Alkım Özyaygın

### Bilişim '99 Başlıyor

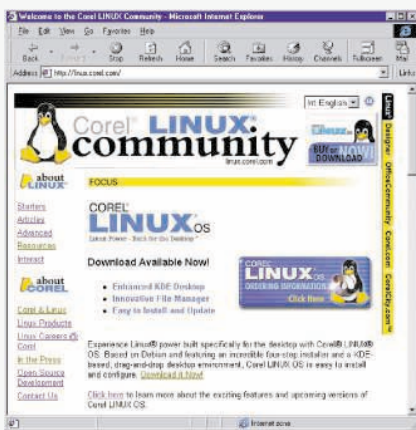


Eylül ayında yapılması planlanan Bilişim '99 Fuarı, bilindiği gibi 17 Ağustos tarihinde yaşadığımız deprem nedeniyle Aralık ayına ertelenmişti. 15-19 Aralık tarihlerinde İstanbul Beylikdüzü TÜYAP Uluslararası Fuar ve Kongre Merkezinde Interpro tarafından organizasyonu gerçekleştirilen fuarın etkinlikleri arasında bildiri sunumları, eğitim seminerleri, paneller, çalışma grupları, şirket tanıtım seminerleri, toplantılar, sosyal çalışmalar yer alıyor. Toplantılara uluslararası konuşmacılar da katılacak. 'Bilgi Teknolojileri', 'İletişim Teknolojileri' ve 'Ofis Teknolojileri' salonlarını içeren fuar da bu yıl ilk kez 'İnternet Dünyası', 'Yazılım Dünyası' ve 'Bilişim Ev' salonları da hizmet verecek.

Yetkililer Eylül ayında düzenlenmesi planlanan Bilişim '99 için alınan davetiyelerin 15-19 Aralık 1999 tarihine ertelenen fuar da geçerli olacağını belirtiliyorlar.

Daha fazla bilgi için  
<http://www.bilisim99.com.tr> adresine bakabilirsiniz.

### Linux Ailesine Yeni Bir Dağıtım Daha



İşletim sistemleri pazarında Linux her geçen gün daha da önem kazanıyor. Bu da bilgisayar firmalarının bu konu üzerine eğilmesi-ne yol açıyor. Bunun en son örneği, Corel firmasının kendi Linux işletim sistemini çıkarması. Böylece Linux işletim sisteminin ve açık kaynak kodunun önemi bir kez daha gözler önüne serilmiş oldu. Firma 15 Kasım tarihinde kendi Web sitesinden (<http://linux.corel.com>) ücretsiz olarak indirilebilecek Corel Linux İşletim Sistemi 1.0'ı duyurdu. Bu işletim sistemi-

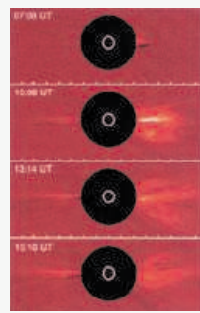
nin bir kopyasına da Türkiye Linux Kullanıcıları Grubu ftp arşivinden (<http://ftp.linux.org.tr/pub/dagitim/Corel>) ulaşabilirsiniz.

### Saatin İçerisindeki E-Posta

İsviçre'deki saat firması Swatch bu yılın sonuna doğru yeni ürünü Swatch Access adlı ürününü piyasaya çıkarmaya hazırlanıyor. Bu yeni saat, kullanıcı istediğinde, bilgisayardan e-postayı indirmeyi, saklamayı ve göstermeyi sağlayacak.



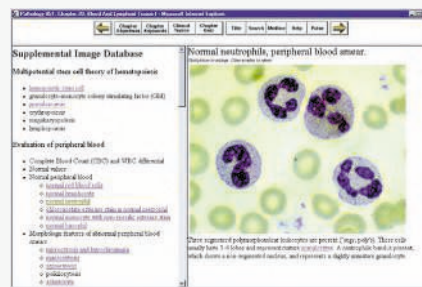
### Başka Bir Sorun Daha



Cihazlarda sorunlara neden olacak "2000 Yılı Sorunu" yetmi-yormuş gibi, şimdi de Amerikan Gökbilim Derneği, yeni bir sorundan söz ediyor. Kozmik kaynaklı bu sorun, iletişim uyduları, taşınabilir telefonlar gibi iletişim sistemlerini etkileyecek. Bunun nedeni, her on bir yılda bir meydana gelen Güneş etkinliğinin en üst düzeyine ulaşması. Bu tepe noktası, Dünya'ya ulaşan güneş ışınları yoğunluğunda artışa yol açacak, ki bu da kullandığımız elektromanyetik dalgalarda olumsuz etkiler yaratacak.

Science&Vie, Ekim 1999

### Görüntülerle Tıp



Kansas Tıp Fakültesi'nin Web sitesi, fakültede verilen otuz temel dersin özetlerinin ulaşımına izin veriyor. Sitede konuların anlaşılmasını güçlendirmek için çok sayıda görüntüye yer verilmiş. Aslında fakültenin öğrencilerine yönelik olan bu sitedeki görsel dersler, aynı zamanda bu konulara ilgi duyanlara da hitap ediyor.

Web sitesinin adresi: <http://www.kumc.edu/>

### V. "Türkiye'de İnternet" Konferansı Yapıldı

V. "Türkiye'de İnternet" Konferansı, 19-21 Kasım tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji salonlarında yapıldı. Konferans boyunca 24 eğitim semineri, 16 panel/çalışma grubu/forum, 2 sohbet toplantısı; 17 bildiri ve 2 firma sunumu oturumu olmak üzere toplam 62 oturum yapıldı.



Ana teması "İnternet, Demokrasi ve Sivil Toplum Kuruluşları" olan konferansta, bu konuların her biri için ayrı birer oturum düzenlendi.

"Türkiye'nin Bilişim Altyapısı" panelinde TT, ISS'ler ve uzmanlar TINET ve geleceğini konuştular. Ayrıca çeşitli oturumlarda, KabloTV üzerinden İnternet, cep telefonu üzerinden İnternet gibi çeşitli konularda yenilikler tartışıldı. Bunun yanı sıra eğitim konusunda 3 bildiri oturumu, okullardaki İnternetleşmeyi birinci elden dinlemeye yönelik bir çalışma grubu oluşturuldu. Bunlara ek olarak, İnternet hukukunun çeşitli boyutları hukuk ortamında ele alınıp tartışıldı.

Kütüphaneciler kendi alanlarına yönelik olarak kütüphane, toplum ve İnternet ilişkisini inceleyen oturumların yanında, üniversite kütüphaneleri arasında kaynak paylaşımı için konsorsiyum oluşumunun gerekliliği üzerinde konuştular.

Bütün bu etkinliklerin yanı sıra ticari firmalarca eğitim seminerleri verildi. Linux gönüllülerinin oluşturduğu Linux Kullanıcıları Birliği tarafından verilen PHP, Postgresql gibi konularda verilen eğitim seminerleri katılımcılar arasında büyük ilgi gördü.

Ayrıntılı bilgi için: <http://www.inet-tr.org.tr>

### Sülükler Bilimin Hizmetinde



Georgia Teknoloji Enstitüsü'nün Uygulamalı Kaos Laboratuvarı'ndan profesör Bill Ditto toplama yapabilecek bir makine tasarladı. Bu tasarımın temel elemanı da bir sülüğün sinir hücresi. Bu çalışmanın ardında silisyum yongalarıyla sinir hücrelerinin birlikte çalıştırılması yatıyor.

Şimdilik Ditto'nun sinir hücreleri, sadece toplama yapabiliyor. Her bir sinir hücresi, küçük bir elektrik boşaltmasıyla uyanıyor. Bu sinir hücreleri, mikroilemcilerin aksine, bağlantılarından değişiklik yapıp verimliliklerini artırabiliyorlar.

# 1999



# Teknoloji Ödülleri

*TÜBİTAK, TTGV ve TUSİAD'ın ortaklaşa düzenledikleri Teknoloji Ödülü başvuruları geçtiğimiz ay başladı. Ülkedeki yenilikçi düşüncenin ortaya çıkarılması, bilim ve teknoloji yeteneğinin artırılması için düzenlenen bu ödülle ilgili olarak Teknoloji Ödülü Yürütme Kurulu Başkanı Cemil Arkan'la görüştük. Cemil Arkan bize genel anlamda, Türkiye'nin Bilim ve Teknoloji Politikası'ndan, bunun çatısını oluşturan Ulusal Yenilenme Sistemi'nden bahsetti. Ardından iki yıldır verilmekte olan Teknoloji Ödülü, ödülün önemi, ödülle amaçlanan noktalar üzerine söyleştik. Teknoloji Ödülü'yle ilgili daha fazla bilgiyi yazının sonundaki telefon ve adresten edinebilirsiniz. Başvurular 8 Kasım günü başladı, başvuru formlarının kabulünün son günününse 31 Aralık olduğunu şimdiden belirtelim.*

Bilim ve Teknik: İsterseniz önce Türkiye'nin Bilim ve Teknoloji Politikası'ndan başlayalım.

Cemil Arkan: Türkiye geçtiğimiz 5-6 yıldır dünya pazarlarında rekabetçi olabilmek, özgün ürünler üretebilmek, yenilikçi olmak için çaba gösteriyor. Aslında firmalar bunu zaten varlıklarını sürdürebilmek için yapıyorlar. Ama devletin rolüne bakınca ilk başta Bilim ve Teknoloji Politikası dokümanından başlamalıyız, bu zaten bizi yenilikçiliğe taşıyacak olan doküman. Türkiye'nin bilim ve teknoloji politikasına baktığımızda bunun çatısını Ulusal Yenilenme (innovasyon) Sistemi oluşturur. Nedir bu yenilenme sistemi? Neden bir ulusal innovasyon sistemi? Diye sorulacak olursa; hepimiz artık biliyoruz ki, dünya ticaretinde globalleşme kavramı dünyadaki birçok sınırı ortadan kaldırdı. Türkiye de, geçtiğimiz 4-5 yıl içinde Uluslararası Ticaret Örgütü'ne (WTO) imzasını atarak, Avrupa Birliği'yle gümrük birliği anlaşması yaparak, ticarete serbestleşmeyi kabul ettiğini ilan etmiş oldu. Dolayısıyla artık sizin kendi sanayinizi eskiden olduğu gibi herhangi özel koşullarla korumanız söz konusu değil. Sanayici rekabet

etmek zorunda, rekabetçilik için yenilikçi olmak zorunda. Başka bir deyişle özgün ürün üretmeli.

BT: Yenilikçiliği ortaya çıkarabilmek için ne gibi yöntemler izleniyor?

CA: Firmalar bazında Ar-Ge yapılması bundaki en önemli etken. Ancak bunu yalnızca firma bazına indirmek de doğru değil. Genel olarak, ülkedeki tüm yenilikçi düşüncüyü ortaya çıkaracak biçimde birtakım yapılanmalara gereksinim var. Bunun altında da, ne kadar çok yenilikçi düşünce ortaya çıkarırsanız o kadar özgün ürün yaratabilme olanağımız olur düşüncesi yatıyor. Ana görev yenilikçi düşüncenin tüm ülkede ortaya çıkmasını sağlayacak birtakım mekanizmalar kurmak ve çalışmalar yapmaktır. Bilim-teknoloji politikası çatısı olarak ulusal innovasyon dediğimizde bu yapılardan söz ediyoruz. Bu yapılara baktığımızda: Ar-Ge teşviklerini, sanayi-üniversite ortak araştırma merkezlerini, teknoparkları, inkübatörleri, risk sermayesini görüyoruz; ve bu yapıları çoğaltmak mümkün. Ama çok önemli olanlardan biri de bu düşüncenin topluma yaygınlaştırılmasını sağlayacak birtakım promosyonlardır. Bunlar, konferans,

panel ve sanayi odalarıyla, üniversite-lerle yürütülen çeşitli etkinliklerdir.

BT: Teknoloji Ödülü bunlar arasında ne gibi bir öneme sahip?

CA: Yine bu kapsamda ödüllerden söz edilebilir. TÜBİTAK'ın ödülle ilgili bir geleneği var. Bilimsel alanlara yönelik olarak TÜBİTAK kurulduğundan bu yana ödül veren bir kurum. Ödülleri de çok rağbet gören, yüksek seviyede ödül verme geleneğine sahip bir kurum. TÜBİTAK bu çerçevede, bundan 4 yıl önce, bilim dünyasında yapılan ödüllendirmenin teknoloji alanında da yapılması düşüncesinden yola çıkarak, Bilim Kurulu kararıyla böyle bir ödülün oluşturulması yönünde bir karar aldı.

Bununla eşzamanlı olarak, TTGV ve TUSİAD da ortak bir çalışmayla benzer biçimde bir ödül verme konusunda çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu çalışmaların birlikte yürütülmesi konusunda görüş birliğine varan TÜBİTAK, TTGV ve TUSİAD, bu gayretlerini birleştirme ve ortak çalışma kararı almışlardır.

BT: Ödüllere olan başvuruyu, ödüllerin uyandırdığı ilgiyi genel anlamda nasıl buluyorsunuz?





CA: Bu ödüller iki yıldır veriliyor. Oldukça başarılı görüyorum. Kalite Ödüllerini hatırlıyorum, ilk başladığında başvuru 1-2'yi geçmezken bu Kalite Ödülü'ne 30'un üstünde proje başvurusu oldu. Teknoloji ödülüne ise, yeni başlayan bir ödül olmasına rağmen, bu iki yıldır yapılan başvuru sayısı bir hayli fazla.

Aslında bu ileriye yönelik bir gelişme. Sanayicimiz, girişimcimiz, yenilikçiliğin, ve onun öneminin farkında; yaptığı yenilikçiliğin ödüllendirilmesi için başvuracak cesarete sahip. Bu, Türkiye'nin geleceği açısından özgün ürün üretmek ve yenilikçi olmak, dünya pazarlarından pay almak için ümit verici.

BT: Teknoloji Ödülü'yle amaçlanan nedir?

CA: Teknoloji Ödülü'nün çok önemli iki amacı var. Bunlardan ilki yalnızca özgün ürün üretmek değil, Ar-Ge yapılanmasının da ülkede, şirketlerde gerçekleşmesini sağlayacak bir kültürün oluşması amaçlanıyor. Bildiğiniz gibi iki ödülümüz var. Bunlardan ilki Büyük Ödül, diğeri de KOBİ'lerin ürettiği yenilikçiliğin değerlendirildiği Başarı Ödülü.

Büyük Ödül'de şunu görüyoruz. Burada iki ölçüte bakılıyor. Birincisi, ürün, ürünün özgünlüğü, yenilikçiliği, pazar payı. Ürün tüm boyutlarıyla inceleniyor. Buna koşut olarak ürünü üreten şirketin Ar-Ge yapılanmasına bakıyoruz. Bu şirket, yenilikçiliği hangi yöntemleri, yazılımları, sistemleri kullanarak yapıyor? Farklı seçenekler arasında ürün seçimini nasıl gerçekleştiriyor, tasarımını ne şekilde yapıyor? Son ürünü ne şekilde denetliyor? Kısacası Büyük Ödül'de hem ürüne hem sisteme bakıyoruz. Burada Ar-Ge'nin tek bir olay şeklinde kalmayıp şirket kültürü haline gelmesi amaçlanıyor.

BT: Başarı Ödülü'nde değerlendirme nasıl?

CA: KOBİ'lerde yenilikçilik kültürü yaygın değil; dahası yok denecek kadar az, ama bunun yanında özgün ürün üretme yetenek ve kapasiteleri var. Başarı Ödülü'nde yalnızca ürüne bakılıyor. Önümüzdeki yıllarda değerlendirme daha kapsamlı bir duruma getirilebilir. Bu kültürün yaygınlaştırılması açısından KOBİ'lerin sistemlerine belli açılardan bakmak gerekebilir.

Ödülle ilgili bu boyut çok önemli. Ödülü teknolojinin ve yenilikçiliğin ülkede yaygınlaşması ve anlaşılması için kullandığımız gibi, şirketlerin yenilikçilik yöntemleri ve sistemleri oluşturmaları açısından da, onları bu konuda yapılanmaya yöneltmek bakımından da kullanmak istiyoruz.

İki ödüle geldiğimizde şunu gördük. Türkiye'de Büyük Ödül'e başvuracak ciddi sayıda şirket var. Hatta birden fazla sayıda özgün ürünle başvuran şirketler de var. Bu geniş kapsamlı bir ürün geliştirme mekanizmasının



varlığını gösteriyor. İkincisi, KOBİ'lerde yaygın ve farklı teknoloji alanlarında özgün ürün çabaları olduğunu gördük. Yazılımdan mekaniğe, malzemeden biyoteknolojiye kadar, geniş alanlarda özgün ürün üretme çabası var, ve sayı hiç de az değil. Üçüncü ödülde de benzer bir tablonun ortaya çıkmasını umuyoruz.

BT: Gelen başvuruları değerlendirme sürecini bize kısaca açıklayabilir misiniz?

CA: Süreç oldukça etkin ve başarılı. Önce ürünün bir ilk değerlendirilmesi yapılıyor. Daha sonra uzmanlar tarafından alan değerlendirilmesi, ve son bir jüri.

BT: Ödül'e başvuran şirketler hakkında kısa bilgi verir misiniz?

CA: Ödül için başvuran şirketlerin tamamı yakını TÜBİTAK'tan Ar-Ge teşviği alan şirketler.

Geçen yıl Teknoloji Büyük Ödülü'nü Arçelik beyaz eşyada değil bir üretim hata belirlemesi sistemiyle aldı. Bu projenin geçmişi bir EUREKA projesine dayanıyor. Arçelik, bir Danimarka şirketi, İTÜ, BÜ ve Altınay Robotics şirketinin oluşturduğu bir projeydi bu. Bu proje, üretim hattı boyunca motorlarda oluşan arızanın son ürüne ulaşmadan belirlenmesi ve giderilmesine dayanıyordu. Üretim süreci problemini çözmek için yola çıkıldı, yeni sistemler geliştirilerek yeni metodolojiler eklendi, ve sonunda motor arızalarını saptayan yeni bir aygıt ortaya çıktı. Arçelik yeni bir şirket kurarak bu ürünü dünya pazarlarında pazarlamaya başladı. Yenilikçi, katma değeri yüksek bir Ar-Ge örneği; yazılımıyla birlikte oluşan bu sistem türleri arasında en gelişmiş. Dünyada da önemli bir pazarı olduğu düşünülüyor.

Bu verdiğimiz son örnekte olduğu gibi, ortaya çıkan projeler bizim arzu ettiğimiz teknolojinin uç noktalarında. Standart projeler dışında, etkin çözümler sunan projeler peşindeyiz.

Projeler Türkiye'de yaygın bir şekilde çeşitli illerden geliyor. Büyük şehirlerin yanında Anadolu'dan gelen projeler de var ve bunlar ödül de alıyorlar.

Özgür Tek

Daha fazla bilgi için: Teknoloji Ödülleri ve Teknoloji Kongresi Sekreteryası  
TÜBİTAK Atatürk Bulvarı No: 221 06100  
Kavaklıdere Ankara  
Tel: 312 467 18 01 - Faks: 312 427 43 05  
E-posta: makyo@tubitak.gov.tr - aozlem@tubitak.gov.tr



# Gökyüzündeki Irmak

Eridanus, günümüzde, Nil de dahil olmak üzere pek çok ırmakla özdeşleştirilmektedir. Ancak pek çok kişi, Eridanus'un Kuzey İtalya'daki bir ırmak olan, Po Irmağı olduğu üzerinde birleşiyor. En eski takım-yıldızlardan biri olan Irmak, Avcı'nın ayağından güney gökküredeki Küçüksuyulanı Takımyıldızı'na kadar uzanır. Bu haliyle, Suyulanı'ndan sonra gökyüzündeki en uzun takım-yıldızdır. Irmak Takımyıldızı'nın bir özelliği daha vardır: Gökyüzünde en büyük alanı kaplayan takım-yıldızdır.

Tüm bu özelliklerine karşılık, Irmak Takımyıldızı gökyüzünde pek fazla dikkat çekmez. Bunun nedeni, oldukça parlak olan Achernar dışında, parlak yıldızının olmayışındır. Achernar'dan sonra en parlak yıldız 3 kadir parlaklıktadır. Ayrıca, gökyüzü-

nün dokuzuncu parlak yıldızı 0,5 kadir parlaklıktaki Achernar, 60 derece güney enleminde yer aldığından, 30 derece kuzey enleminin kuzeyinde görülemez. Bu yıldız, Kuzey Yarımküre'deki çoğu ülkeden olduğu gibi, ülkemizden de görülemez.

Irmak Takımyıldızı, en iyi kış mevsiminde görülebilir. Aralık ayında, geceyarısına doğru, gökyüzündeki en iyi konumunda olur. Takımyıldız, bu sırada, güney ufkundan yukarıya, Avcı'nın ayağına doğru uzanır.

Takımyıldız, derin gökyüzü cisimleri bakımından pek zengin değildir. Ancak, takımyıldızı, baştan sona bir dürbünle tararsak, pek çok çift yıldız bulabiliriz. Bunlardan birisi, Omikron Irmak'tır. Bu, bir bileşeni 4. kadir, ötekiyse 9. kadir parlaklıkta olan yıldızlardan oluşur. Bu çifti il-

ginç yapan, sönük bileşenin, Dünya'dan görülebilen en parlak beyaz cüce olmasıdır. Gözlemler, bu yıldızın, yaklaşık Güneş kütleğinde olduğunu gösteriyor. Ancak, bu yıldızın çapı sadece 27 000 km (Güneş'in çapı yaklaşık 1 400 000 km'dir).

NGC 1535, gökyüzündeki en parlak gezegenimsi bulutsulardan biridir. 9 kadir parlaklığıyla, bir dürbünle pakıldığında, sönük bir yıldız gibi görünür. Ancak, mavimsi rengi, onu yıldızlardan ayırır. Bulutsunun merkezinde yer alan beyaz cüce, 10 kadir parlaklıktadır ve ancak bir teleskopla görülebilir.

NGC 1291, Teta Irmak yıldızının yakınlarına yer alan bir çubuklu sarmal gökadedir. Dürbünle bakıldığında, sadece silik bir ışık kümesi olarak görülebilir.

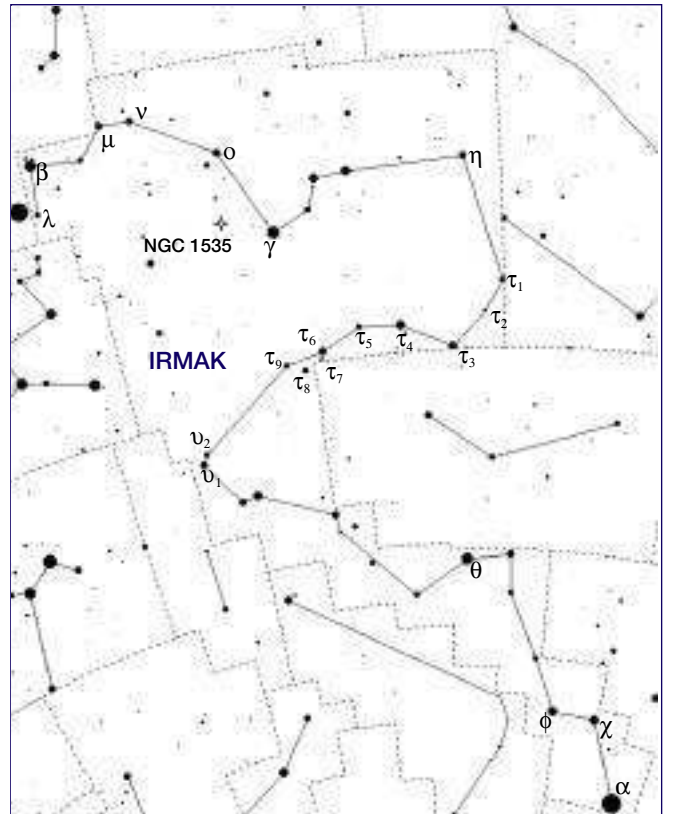
## 17/18 Kasım Leonid Gözlemleri

17/18 Kasım geceleri beklenen göktaşı "fırtınası" gerçekleşti. Leonid Göktaşı Yağmuru'nun en iyi gözlenebileceği ülkelerden biri Türkiye olabileceğine karşılık, ülke genelinde hava büyük oranda bulutluydu. Bu nedenle, biri dışında elimize pek kayda değer gözlem kaydı ulaşmadı. En önemli kayıt, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin bulunduğu Bakırtepe'den geldi. Akdeniz Üniversitesi'ndeki astronomi kulübü öğrencileri ve araştırma görevlileri, 23:50 – 03:05 arası toplam 100 Leonid; 04:10 – 04:20 arası toplam 600 Leonid saydılar. Bu gösteriyor ki göktaşı yağmurunun en yüksek sayıya ulaşması beklenen saatte yani 04:04 civarı, gözlenen göktaşı sayısının gerçekten büyük bir artış var. Bakırtepe'de, 10 dakikada sayılan 600 Leonid, saatte ortalama 3600 göktaşı görüldüğü anlamına geliyor.

ODTÜ Amatör Astronomi Topluluğu, göktaşı yağmurunu izlemek için 17/18 Kasım gecesini Elmadağ'da geçirdi. Ancak, yurt genelinde olduğu gibi, Ankara'daki hava buna çok kısa bir süre izin verdi. Saat 04:00 – 04:30 arası, kalınca bir tül tabakası ardından dakikada yaklaşık 15 Leonid gözlediler.

Bilim ve Teknik'ten birkaç kişi, Leonidleri izlemek için Ankara'nın yaklaşık 150 km güneyinde bir gözlem yeri seçtik. Ancak, ara sıra aralanan bulutların arasından, kalın bir tül katmanının ardından, ancak parlak olan göktaşlarını görebildik. Parlaklığı 2 kadir ve üzerinde olan toplam 70 Leonid saydık.

Uluslararası Meteor Organizasyonu (International Meteor Organisation, IMO), kendilerine dünyanın her yerinden ulaştırılan verileri değerlendiriyor. IMO, kendilerine 26 ayrı gözlemciden ulaşan toplam 16900 göktaşını değerlendirerek, göktaşı yağmurunun zamana göre etkinliğini gösteren bir grafik oluşturmuş. Buna göre, Leonidler'in en yüksek sayıya ulaştığı 04:04'te saatteki ortalama gözlenen göktaşı sayısı 3500. Bu, Bakırtepe'deki yapılan gözlemle oldukça yakın bir değere sahip.

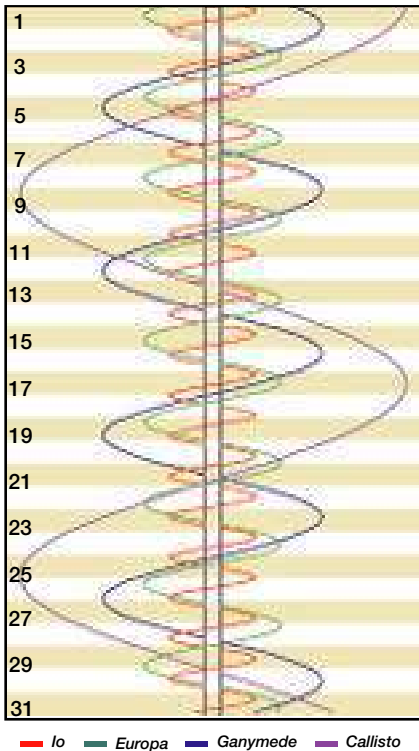




## Ayın Gök Olayları

Uzunca bir süredir akşamları batı ufku da yer alan Mars, 21 sularında batıyor. Oğlak Takımyıldızı'nda yer alan gezegen, 13 Aralık'ta Uranüs'le yakınlaşacak. Bu sırada Teta Oğlak yıldızının sadece 5' güneyinde yer alan Uranüs'le Mars, birbirlerine 17' yakınlaşacaklar. Bu sırada, Mars'ın parlaklığı 1 kadir, Uranüs'ünkiyse 5,9 kadirolacak. Düşük büyültmeli bir teleskopla, Mars, Uranüs ve 4,1 kadir parlaklıkta sönük bir yıldız olan Teta Oğlak'ı aynı görüş alanında görmek mümkün. Turuncu Mars ve mavi Uranüs parlaklıkları birbirinden çok farklı olsa da güzel bir ikili olacaklar.

Jüpiter, ardından da Satürn, hava karardığında güneydoğu yönünde yükselmiş oluyor. Her iki gezegen de ge-



— Io — Europa — Ganymede — Callisto

15 Aralık 1999 Saat 21<sup>00</sup>'de gökyüzünün genel görünüşü

çen ay olduğu gibi, bize yakınlıklarından dolayı parlak ve büyükler. İkisi de teleskoplu gözlemler için çok iyi durumda. Balıklar Takımyıldızı'nda yer

**Aralık ayında Jüpiter'in uyduları:**  
Jüpiter'in "Galileo Uyduları" olarak adlandırılan dört büyük uydusu, bir dürbün yardımıyla bile gözlenebilmektedir. Yandaki çizim, ay boyunca, bu uyduların konumlarını göstermektedir. Bu çizelgenin üzerine, (gözleminizi yapacağınız günün ve yaklaşık olarak saatin üzerine) boydan boya bir çizgi çizerek, uyduların o andaki konumlarını bulabilirsiniz.



4-5 Aralık sabah Ay, Merkür ve Venüs

alan Jüpiter, yaklaşık -2,5 kadir parlaklığıyla, Ay'dan sonra akşam gökyüzünün en parlak gök cismi. Balina'nın başının hemen üzerinde yer alan Satürn'se, 0,2 kadir parlaklıkta. Her iki gezegen de bize yakın olduğundan, teleskopla, bu gezegenlerin bulut yapıları incelenebilir.

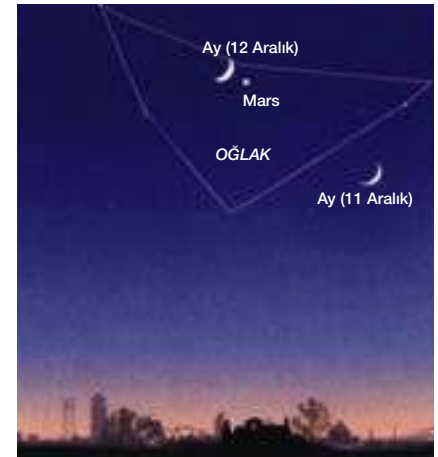
Merkür, ayın başlarında sabah gökyüzünde, oldukça iyi konumda yer alıyor. Gezegen bu sırada, ayın 3'ünde Güneş'ten 20,4 derece kadar yükseliyor. -0,5 kadir parlaklıkta gezegen, bu tarihten sonra giderek alçalıyor. Ancak, ayın sonlarına değin doğu ufku üzerinde gözlenebilir. Merkür'e ay başında teleskopla bakarsak, onun yarısının aydınlatıldığını göreceğiz. Gezegen, 13 Aralık'ta Beta akrep yıldızının yaklaşık 1/4 derece kuzeyinde yer alacak.

Sabah yıldızı Venüs, 4 kadirle parlıyor. Gezegen, 4 Aralık'ta, hilal evresindeki Ay'la yakınlaşacak.

Ay, 7 Aralık'ta yeniay, 16 Aralık'ta ilkdördün, 22 Aralık'ta dolunay, 29 Aralık'ta sondördün evrelerinde olacak.

Alp Akoğlu

Gökbilim tartışma listemize üye olmak için: majordomo@biltek.tubitak.gov.tr adresine, "subscribe gokbilim" yazan bir ileti gönderebilirsiniz.



11-12 Aralık'ta Ay ve Mars

# Kara Bitti!..

*İzmit ve Düzce depremlerinde, yıkılan kentlerin, kasabaların, köylerin yanı sıra, pek çok kurumun saygınlığı, hatta dokunulmazlığı hasar gördü. Bilimse kendini kanıtladı. Yerbilimcilerimizin depremlerin büyüklükleri ve yerleri konusundaki uyarılarının doğruluğu, yalnız ülkemizde bilime güveni sağlamlaştırmakla kalmadı, Dünya'da da beğeni topladı. Ancak Kuzey Anadolu Fayı boyunca batıya göçen depremlerin denize varması, bilim dünyasında tartışmaları birlikte getirdi. Niteliği konusunda çok farklı görüşlerin savunulduğu bu fayın aydınlatılması, yalnızca bilim için bir sınav değil. Türkiye'yi daha büyük yıkımlardan korumak için yerine getirmek zorunda olduğumuz bir görev...*

**F**ELAKET iyi bir öğretmen!. Gerçi 12 Kasım'da Düzce ve çevresini vuran, 17 Ağustos İzmit depreminin verdiği acı derslerin özümsemesi, canlılıklarını yitirmiş kurumların yeniden yapılandırılması için zaman bırakmadı. Gene de devlet eskisi gibi şok tablosunda değildi. Kurtarma ve yardım iletme düzenekleri üzerindeki pas biraz atılmış, dişliler yağlanmış güzüktü. Ağır yol hasarına karşın yardım ekipleri ve iş makineleri, hızlı sayılabilecek bir sürede depremin vurduğu yerleşim merkezlerine ulaşabildi. Olanakların el verdiği ölçüde de yardım dağıtılabilir. Belki verilen sözler tam olarak yerine getirilmedi, getirilemeyecek. Depremzedeler prefabrik konutlara yerleştirilemeden, hatta yeterli sayıda ve nitelikte çadıra kavuşturulamadan, yağmuruyla, çamuruyla, karıyla, soğuğuyla kış geldi. Aksaklıkların üstünü örtmeye çalışmak boşuna. Yalnız, adalet duygusu taşıyan herkesin de teslim etmesi gereken bir kaç gerçek var: 7,4 çok büyük bir deprem. Üstelik merkezi, Los Angeles'teki benzeri gibi çölün ortasında değil. Türkiye'nin en yoğun nüfus ve sanayi bölgelerinde. 7,2 de yıkıcı bir büyüklük. Gene aynı bölgede. Ve üçüncü bir gerçek: Bu ikisi peşpeşe gelmiş. Böyle zincirleme bir felaket,

bırakın olanakları Türkiye kadar olan bir ülkeyi, en güçlü ekonomiye, en gelişkin teknolojiye sahip ülkelere de zorlardı. Kuşkusuz bu, on yıllardır sarsılan görevler, dikkate alınmamış uyarılar, yasaların, yönetmeliklerin uygulanmasındaki ciddiyetsizlik için kılıf olamaz. Artık herkes biliyor ki, deprem kayıpları kader olmadığı gibi, yalnızca birkaç günah keçisinin de kabahati değil. Resmi ya da özel tüm kurumlarıyla, yerel yönetimleriyle, halkıyla topyekün bir hazırlık gerekiyor. Hele, artık yediden yetmişe herkesin tanıdığı Kuzey Anadolu Fayı, bundan son-

raki duraklarını böylesine belli etmişken.

Bu noktada bilime de ağır sorumluluk düşüyor: Her iki depremi de, vuracakları bölgeleri de başarıyla öngören bilimin daha sonra gösterdiği karışıklık tablosu, baştaki performansla çelişir gibi oldu. Belki biraz da bilim, kendi başarısının kurbanı. Nedeni de son depremlerden hasar almadan çıkabilmiş tek kurum olması. Acı ya da korku içinde olan insanların çoğu, ilk kez depremle ilgili sözcükleri, bilim dallarını, teknik terimleri duydu, öğrendi. İçinde oturduğu binanın depreme dayanıklı







olup olmadığını bilmek, mahallelerin, kentlerin üzerine kurulduğu zeminin niteliği ilk kez bu kadar önemli oldu. Tüm bunlarda bilimin dediği çıktı. Öğrenmek için geç kalınmış olsa da, sonuçlar böylesine ağır olsa da. Bilimin kitleler nezdinde hızla yükselen saygınlığı, ister istemez kendisinden yapamayacağı kehanetler, ulaşılamayacak kesinlikte öngörüler istenmesini doğurdu. Nedeni çok açık: "Kara bitti". 1500 kilometrelik fayın kırılmayan ucu denize dayandı. Dibi görülemeyen, kazılamayan, kuzeyinde yalnız Türkiye'nin değil, dünyanın en kalabalık nüfuslu kentlerinden İstanbul'un yer aldığı denize. Bilim söylemese de halk artık biliyor: Gelecek, ya da bir sonraki durak, Marmara'nın karanlık derinliklerinde.

Karayla denizi ayıran nokta, ister istemez bilimi de kritik bir noktaya getirdi. Ya baskılara boyun eğip, milyonlarca kişinin korkusunu gidermenin verdiği sahte rahatlıkla avu-

nacak; ya da sevimsiz, acımasız olmanın getirdiği sonuçlar pahasına somut veriden, kanıttan şaşmayacak. Baskının ille de devlet kurumlarından, yönetimden gelebilecek, tehlikeyi örtbas etme, boyutlarını küçültme direktifleri olması gerekmiyor. Belki de daha ağır bir baskı, halkın kendisinden geliyor. On beş milyon insan, aylardır korku içinde uyumaktan bıkmış. Son derece doğal bir rahatlama isteği içinde. İyi haber duy-mak istiyor. Bilim, hem görülenle görünmeyen sınır noktasına, hem de öyle anlaşıyor ki spot ışıklarına biraz hazırlıksız yakalandı. Milyonların uykularından vazgeçip merakla beklediği canlı televizyon programlarında görünen manzara, bir uyum tablosu değil. Tersine, kişisel sürtüşmelerin de etkilediği açık olan bir zıtlasma; ne yapmaları gerektiğini öğrenmek isteyenlerin kafasını karıştıran, korkularından kurtulmak isteyenleri daha da rahatsız eden bir inatlaşma.

Sorunun düğümlendiği nokta Kuzey Anadolu Fayı'nın Marmara Denizi içindeki uzantısının bilinmeyen özelliği. Bu bilinmezlik de Türkiye'nin dünyada kendisine saygın bir yer edinmiş yerbilim ve deprembilim topluluğu içinde de fay kırıklarına yol açmış görünüyor. Bir grup, çabuk ve rahatlatıcı sonuçlara varmak eğiliminde. MTA Sismik 1 gemisinin, bazı Norveç araştırma gemileriyle birlikte Marmara'da TPAO için çıkardığı deniz dibi profili, bu ekolün başlıca dayanak noktası oldu. TPAO tarafından açıklanan fay haritası, daha önce varsayımlara dayanarak çizilmiş olan Marmara fayını, biraz daha güneye çekiyor ve çok parçalı bir fay görüntüsü veriyordu. Harita, "İstanbul'da tehlike yok" görüşünü savunan ekip tarafından heyecanlı bir basın toplantısıyla açıklandı: Marmara da artık tablo "şekilde görüldüğü" gibiydi. Belirsizlik ortadan kalkmıştı. Fay İstanbul'a yeterli uzaklıktaydı. Çok parçalı bir fay olduğundan da en fazla 6-6,5 büyüklüğünde bir deprem oluştururdu; bu da korkulduğu gibi İstanbul'u yerle bir etmezdi. Artık denizin dibine uğraşmaktan vazgeçilip, İstanbul nasıl depreme hazır duruma getirilir, bunun hesabı yapılmalıydı.

Bu sav, akademi çevrelerinden büyük tepki aldı. Eleştiri oklarının başlıca hedefi, TPAO'nun açıklamakta gösterdiği iyi niyet bir tarafa, haritanın deprem analizi ya da projeksiyonu için yetersiz olması, daha da önemlisi, gerekli verileri sağlamayan bu haritanın deniz dibindeki bilimsel araştırmaların durdurulması çağrısı için zemin yapılmıştıydı.

İstanbul Teknik Üniversitesi'nde odaklaşan karşıt görüş de, "bi-



Fotoğraf: Anadolu Ajansı





Fotoğraf: Anadolu Ajansı

limsel yaklaşım" anlayışları temelinde birleşse de, önemli sonuçları olan başka temel farklılıklara bölünüyor. Bunlardan radikal olanı, İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji bölümünden Prof. Dr. Celal Şengör'ün, Fransız yer bilimci Xavier Le Pichon ve İTÜ Jeofizik bölümünden Doç. Dr. Tuncay Taymaz'la birlikte bayraktarlığını yaptığı kesintisiz fay hipotezi. Bu görüşün temel dayanağı, İstanbul'un ortaçağlardan beri uğradığı, ve görece iyi belgelenmiş ağır depremler. Varsayımına göre, hepsinin 7'den fazla, hatta 8'e yakın büyüklüklerde olması gereken bu depremler, Marmara içindeki fayın, biriken gerilimi tek ve güçlü bir depremle boşaltmak eğiliminin göstergesi. Böylesine büyük depremleri üretebilmesi için de fayın, aşağı yukarı 300 kilometre uzunluğunda, kı-

rılmamış ve bütünlüğünü korumuş bir fay olması gerekiyor.

İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Bölümünden Prof. Dr. Aykut Barka ise Marmara fayının çok iyi araştırılması gerektiği konusunda Şengör'e katılmakla birlikte fayın yapısı konusunda farklı görüşler taşıyor. Barka, deniz içinde de parçalı bir fayın, Kuzey Anadolu Fayı'nın genel yapısına daha uygun düşeceği görüşünde.

İTÜ araştırmacılarının 25 Kasım'da düzenledikleri basın toplantısı, tartışmayı kesin biçimde sonuçlandıracak kanıtlar getirmedi. İTÜ ve MTA'nın işbirliğiyle TÜBİTAK projesi çerçevesinde Sismik 1 gemisinin Marmara fay araştırmasının, sonuçlanan İzmit Körfezi bölümünün açıklandığı toplantıda söz alan bilim adamları, daha ayrıntılı araştırmala-

rın gerektiğini vurguladılar. İTÜ Maden Fakültesi Dekanı ve TÜBİTAK Deniz Araştırmaları Koordinatörü Prof. Dr. Naci Görür, İzmit ve Düzce depremlerinin, Marmara'da deprem riskini önemli ölçüde arttırmış olmasını, bilimsel araştırmalara hız verilmesi için tek başına yeterli bir neden olarak gösterdi.

Prof. Dr. Şengör ise, haritanın açıklanan bölümünün, KAF'a bağlanan büyük Marmara fayı hipotezini doğruladığını açıkladı. Ne var ki, Sismik 1'in sağladığı veriler, herkese aynı şeyi söylemiyor. "İstanbul'da tehlike yok" okulu da körfezdeki fay profilinin, kısa faylar hipotezinin kanıtı olduğunda ısrarlı.

Anlaşıyor ki, bilimin İzmit ve Düzce depremlerinin olası uzantıları konusunda girdiği krizin reçetesi daha fazla bilim. TÜBİTAK da bu reçeteyi uygulamakta kararlı. Sismik 1'in yanısıra bir Fransız araştırma gemisinin de katılacağı araştırmanın yeni bölümünün bir ay içinde sonuçlanacağı açıklandı. Öyle görünüyor ki, karadaki fayın izini denizde de başarıyla süren bilim, dünya literatürüne yeni katkılarda bulunarak, sınavını bir kez daha geçecek. Ülkemizin merkezi ya da yerel yönetim yapısını, inşaat altyapısını, şehircilik uzmanlarını, ve hepsinin ötesinde de ülkemizin insanını çok daha önemli bir sınav bekliyor: Bilimin öğretilerini uygulayarak daha güçlü depremlerde bile ayakta kalmak.

Raşit Gürdilek



Fotoğraf: Anadolu Ajansı



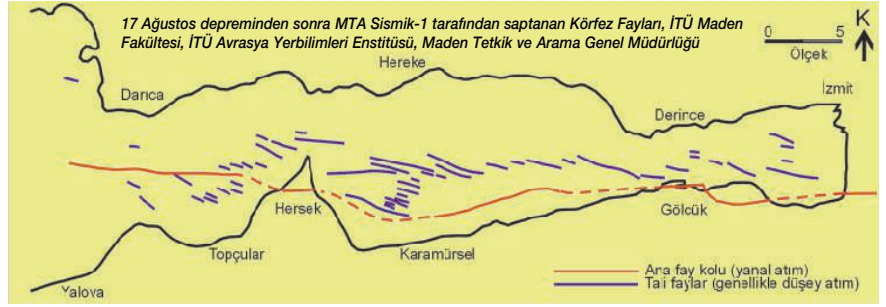
Fotoğraf: Anadolu Ajansı



# Yap-Boz Tamamlanıyor

Artık konuyla ilgili olmayanımız kalmadığına göre hepimizin merakla beklediği İstanbul Teknik Üniversitesi'ne düzenlenene basın toplantısı, 25 Kasım'da gerçekleştirildi. Toplantı bir bakıma TÜBİTAK projeleri kapsamında İTÜ ve MTA'nın özellikle 17 Ağustos depreminden sonra Marmara Denizi'nde yoğunlaşan araştırmalarının ilk sonuçlarını duyurmak amacıyla düzenlenmişti. Dolayısıyla toplantının ana gündemini MTA Sismik-1 gemisinin Marmara Denizi'nin güncel tektoniğiyle ilgili olarak topladığı veriler ve bunların değerlendirilmesi oluşturuyordu.

Toplanan verilerin bugüne değin değerlendirilen bölümü, yap-bozun İzmit Körfezi parçasını yani Kuzey Anadolu Fayı'nın, İzmit Körfezi'ndeki geometrisini ortaya koyuyordu. Buna göre, Marmara Denizi'ni tümünde olduğu gibi, yerbilimsel geçmişte bir dizi çek-ayır (pull-apart) havzası boyunca açılmış olan körfezdeki bu geometriyi oluşturan kırıklar, yerbilimsel olarak yakın bir geçmişte (bu en az bir-iki milyon yıl olabilir) artık hareketliliğini (etkinliğini) yitirmişti. Bugün KAF'ın denizdeki devamı olarak kendini gösteren kırığınsa, Armutlu Yarımadası'nın kuzey sınırı boyunca kimi yerlerde denizden kimi yerlerde de karadan ilerlediği gözleniyor. Hareketliliğini yitirmiş, çek-ayır oluşumunun sağladığı kırıkların, Armutlu Yarımadası'nın kuzey sınırı boyunca ilerlediği belirlenen kırk tarafından kesilmiş olması da KAF'ın de-

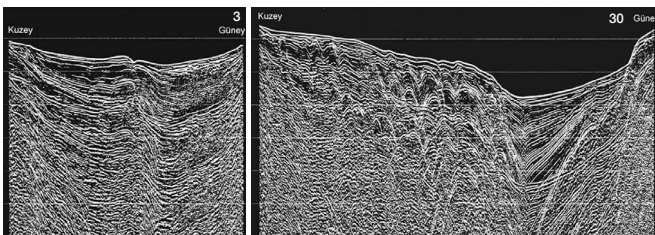
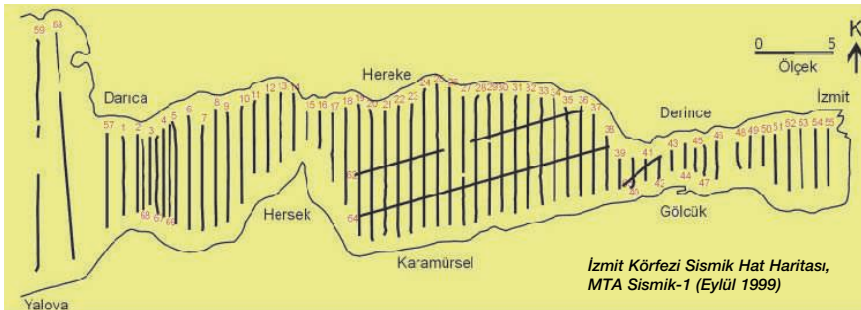


Sismik kesitler yardımıyla hazırlanan bu haritada fayların Körfez için dağılımı görülmektedir. Maviyle gösterilen kırıklar, etkinliğini yitirdiği düşünülen kırıklar. Kırmızıyla gösterilirse KAF'ın körfez içine uzanan parçası.

vamı olan bu kırığın daha genç bir yapı olduğunu gösteriyor. Bu kırığın büyük bir olasılıkla 17 Ağustos depreminde hareket etmiş olması da körfezin doğusunda kalan bölgenin, yakın bir gelecekte büyük bir deprem yaşama olasılığını azaltıyor. Buna karşın bölgenin, Marmara Denizi içinde olabilecek bir depremde etkilenmemesi olası değil. Armutlu Yarımadası'nın kuzeyinden geçen ve Hersek Burnu'nun uç noktasını kesen bu fayın özellikle Hersek'teki bölümünde, arazi gözlemleri sırasında, büyük bir yer değiştirmenin gözlenmemiş olması, araştırmaların bu bölgede biraz yoğunlaşmasına yol açmış. Marmara Denizi içindeki fay sistemlerinin genel olarak doğu-batı yönünde uzandığı göz önüne alındığından, sismik kesitlerin alındığı doğrultular da yaklaşık olarak doğu-batı yönüne dik olarak seçilmiş. Bu doğrultuda birbirine paralel ve bir-iki kilometre aralıklarla alınan sismik kesitler bir araya getirildiğinde, hem kırıkların deniz ta-

banındaki yerleri hem de düşey düzlemde, deniz tabanının derinliklerine uzanan durumunu ortaya koyuyor. Deniz tabanının morfolojisini (yüzey şekillerini) belirlemeye yarayan derinlik bilgileri de, sismik kesitler alınırken toplanan veriler arasında. Bir ucu İzmit Körfezi kıyılarında dıyeriyse Saroz Körfezi'nde denize giren KAF'ın bu iki nokta arasındaki yaklaşık biçimi, Sismik-1 gemisinin 17 Ağustos depreminde hemen sonra, Eylül ayı boyunca Marmara'dan topladığı verilerin değerlendirilmesiyle, önümüzdeki bir ay içinde ortaya çıkacak. Yaşanan son iki depremle, deprem riskinin arttığı Marmara Denizi'nde, buradaki fay sisteminin tek bir parça halinde ve doğudan batıya Marmara Denizi boyunca mı kırılacağı, yoksa daha küçük parçalar halinde ve belki de bu parçaların da farklı zamanlarda mı kırılacağı yanıt bekleyen önemli bir soru. Sismik-1'in değerlendirilen verileriyle, bu sorunun yanıtına yönelik önemli ipuçları verecek. Marmara Denizi'nde yoğunlaşan ulusal ve uluslararası araştırmalar da bir bulmacayı andıran bölgenin fay geometrisini yakın gelecekte gözler önüne serecek. Ama bu araştırmaların sonucu ne olursa olsun, Marmara Bölgesi deprem riski yüksek bir bölge. Bu yıllardır söylenen ve son depremlerle bir kez daha kendini hissettiren, unutulmaması gereken bir gerçek. Bu nedenle, bölgedeki bilimsel araştırmalar yoğunlaşarak sürerken, sorunun afet niteliği taşıyan diğer yanının çözümüne yönelik olarak alınması gereken önlemler için bir an önce kolları sıvamak gerekiyor.

Haritalar E. Demirbağ, A.M.C. Şengör, T. Taymaz, T. Genç, B. Ecevitöğlu, O. Tüysüz ve N. Görür tarafından hazırlanmıştır.  
Murat Dirican



Körfeze ait sismik veriler MTA Sismik-1 gemisi tarafından, üstteki haritada gösterilen doğrultular boyunca toplandı. İTÜ Jeofizik Mühendisliği Bölümü'nün veri işlem laboratuvarlarında işlenen bu veriler, sismik kesitlere dönüştürüldü (3 ve 30 numaralı doğrultulara ait kesitler).

# Deprem Tartışmalarında TÜBİTAK Nerede?

17 Ağustos 1999 Marmara Bölgesi Depremi sonrasında, deprem sorunu çeşitli boyutlarıyla, yazılı ve özellikle görsel yayın kuruluşlarının gündemine yerleşti. Bu depremin yankıları sürerken 12 Kasım 1999'da gerçekleşen Düzce Depremi, konuya duyulan ilgiyi bir kez daha tazeledi. Yetkililer yanı sıra bilim adamları da yayın kuruluşlarının aranılan konukları oldular; yararlı bilgiler vererek kamuoyunun çeşitli konularda aydınlatılmasına yardımcı oldular. Ancak, bilim adamlarına sorulan sorular giderek bilimsel uzlaşi sınırlarını zorlamağa başladı. Bazı bilim adamları bu sakıncalı gelişmeyi görmeyerek, henüz uzlaşmaya varılmamış konularda kişisel yaklaşımlarını, kuramlarını ve hatta hipotezlerini, kamuoyu önünde sergilemeğe ve savunmağa giriştiler. Ortaya çıkan karmaşa, deprem bölgesinde yaşayan yurttaşların kaygı, telaş, gelecek korkusu içine düşmelerine yol açtı. Bu sağlıksız gelişmeyi izleyen, buradaki yanlışlığı sezinleyen bilinçli kişiler şimdi ısrarla soruyorlar: **TÜBİTAK nerede?**

Bu ülkede bilim ve teknoloji politikalarını belirlemek, bilimsel ve teknolojik araştırmaları desteklemek ve yönlendirmek gibi temel işlevleri bulunan, dahası, Marmara Depremi ardından depremle ilgili bilimsel çalışmaları koordine etmekle görevlendirilmiş olan TÜBİTAK'ın bu tartışmalarda son sözü söylemesi gerektiğini düşünenlerin sorduğu bu sorunun yanıtı kısaca şudur: **Sağduyunun yanında.**

Bilindiği gibi, bilimsel bilgi üretimi, uzun ve zahmetli bir süreç (proses, işlemler dizisi) sonunda gerçekleşir. Bazan sezgilerden kaynaklanan varsayımlara dayalı bir hipotezle işe başlanır, bazan gözlemlerden elde edilen veriler değerlendirilerek bir kuram geliştirilir. Bu kuramın doğruluğunun kanıtlanması, geçerlilik koşulları ve sınırlarının belirlenmesi, uzun araştırma çalışmaları gerektirir. Elde edilen sonuçların bilim çevrelerinde anlatılması, tartışılması ve benimsenilmesi çabaları da buna eklenmelidir.

Ölçümlerin daha kolay ve daha sağlıklı yapılabilmesi, verilerin daha kolay elde edilebilmesi, daha güvenilir değerlendirme yöntemleri bulunması gibi kolaylıkları olan bazı bilim dallarında, yukarıda kısaca tanımlanan süreç daha kolay gerçekleştirilebilir. Ne yazık ki, jeoloji bu tür kolaylıkları olan bilim dallarından biri değildir. Yalnızca, uğraştığı fiziksel yapının (yerkabuğu) boyutları ve bu yapının mekanik, kimyasal, termodinamik vb. özelliklerinin karmaşıklığı ile ilgilenmek zorunda olduğu zaman ölçeğinin büyüklüğü düşünülse bile, bu bilim dalında ileri sürülen savların kanıtlanması ne denli güç olduğu anlaşılabilir.

Yine bilim adamlarınca çok iyi bilindiği gibi, her türlü bilimsel etkinliğin bilim etiğine uygun olması beklenir. Değişik alanlarda değişik biçimlerde gündeme gelse de, bilim etiğinin dayandığı başlıca temel kavramlar olan **dürüstlük, önyargısızlık, tarafsızlık, birbirine saygı, karşı görüşü önemseme, sorumluluk ve sağduyu** tüm alanlarda ortaktır. Doğal olarak, her bilim adamı kendi yaklaşımının doğru ve geçerli olduğunu; şu sırada kanıtlanmış olmamakla birlikte, yakında nasıl olsa kanıtlanacağını düşünür. Oysa sağduyu, doğruluğu kanıtlanmış olsa bile, bir bilimsel bulgunun kamuoyuna açıklanması zamanı ve yönteminin, bulgu açıklanmadan önce iyice değerlendirilmesini, topluma yarar mı, yoksa yarardan çok zarar mı getireceğinin göz önünde bulundurulmasını gerektirir (Bakınız: Depremi Önceden Tahminiyle İlgili Avrupa Etik Kuralları).

Son günlerde deprem konusunda yayın kuruluşlarında yer alan tartışmalar, bu ilkeler açısından değerlendirildiğinde birkaç önemli nokta göze çarpmaktadır.

- Tüm araştırmaların ve tüm istatistiklerin belirttiği, dolayısıyla tüm bilim adamlarının kolayca uzlaştığı ve artık üzerinde tartışılmayan bir görüş bulunmaktadır: **Türkiye aktif bir deprem bölgesindedir; ülkenin büyük bir bölümü deprem tehdidi altındadır.**

Önemli deprem bölgelerinden birinde bulunan İstanbul'da da çok uzak olmayan bir gelecekte şiddetli bir deprem gerçekleşmesi olasılığı yüksektir. Başta İstanbul olmak üzere tüm ülkede depreme hazırlıklı olunması, bunun için gerekli olan önlemlerin ivedilikle alınması zorunludur.

Üzerinde uzlaşılmış olan bu görüşün ötesindeki, bundan sonra İstanbul'da olacak depremin zamanlaması, büyüklüğü, etkinliği, hangi fayın ne boyda kırılmasıyla gerçekleşeceği gibi konularda, değişik bilim adamlarının değişik görüşleri bulunmaktadır. Bu yaklaşımların her biri saygı ile karşılanmakla birlikte, bunlar kanıtlanmış bilimsel gerçekler olmayıp, bilim adamlarının değişik verilere ve değişik yorumlara dayanarak yaptıkları önermelerdir. Bu yaklaşımların, bilim dergileri ve kongrelerinde sunulup tartışmaları, irdelenip eleştirilmeleri son derece doğal ve bilimin gelişmesi için son derece gerekli ise de, bunların kamuoyuna kesin doğrular imiş gibi sunulmaları bilim etiği ile bağdaşmamaktadır. Hiçbiri kanıtlanmış, en azından bilim çevrelerince benimsenmiş olmayan bu yaklaşımların kesin doğrular olarak sunulması dürüstlük ilkesine aykırıdır. Çok sağlam bilimsel verilere dayandıkları varsayılsa bile, yalnızca birer kestirme (tahmin) olan bu önermelerin, en azından, hesaplanan gerçekleşme olasılıklarıyla birlikte verilmeleri, bilimsel dürüstlük gereğidir.

- Bu açıklamalar, deprem bölgesinde yaşayan pek çok yurttaşın evini ve işini terk ederek başka bir kente taşınmayı düşünmeğe varacak düzeyde tedirgin olmasına, kaygı duymasına, huzursuz olmasına yol açmaktadır. Bu durumu bilim etiğinin sorumluluk duygusu ve sağduyu ilkesiyle bağdaştırmak kolay değildir.

- Bilim adamlarının birbirinden çok farklı görüşler sunmaları, birbirlerine ters düşmeleri, bilimsel tartışma ortamlarında doğal, hatta sağlıklı sayılabilirse de, yayın kuruluşlarında yapılan bu tür



açıklamalar, kamuoyunun bilime duyduğu güveni, bilim adamına duyduğu saygıyı sarsmaktadır. Açıklamalar, bu açıdan da bilim etiğinin sağduyu ilkesi-ne uymamaktadır.

TÜBİTAK uzun bir süre, sakıncalı bulduğu bu tartışmalardan uzak durmayı uygun bulmuştur. Tüm bilimsel araştırma çevrelerine eşit uzaklıktaki tarafsız konumu nedeniyle, TÜBİTAK'ın bir görüşü desteklemesi ya da yeni bir görüş ileri sürmesi kadar, bir hakem rolü benimsemesi de gereksiz bulunmuştur. Yayın kuruluşlarının sorumluları ile kendini heyecana kaptırarak tartışmaları sürdüren bilim adamlarının, bu gelişmelerin içerdiği sakıncaları görerek sağduyuya dönmeleri beklenmiştir.

Yukarıda belirtilmiş olan önyargısızlık ve tarafsızlık ilkeleri doğrultusunda hareket eden TÜBİTAK'ın tüm bilimsel etkinliklerinde ve yayın organlarında, her türlü bilimsel çalışmanın sunulması doğaldır. Örneğin, TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisinin elinizdeki sayısında, deprem konusunda çeşitli yaklaşımlarla ilgili yazılara yer verilmiştir. TÜBİTAK'ın değil, yazarlarının görüşlerini yansıtan bu yazılar gibi, farklı görüşleri sergileyen başka yazıların da derginin Bilimsel Danışma Kurulu gibi ilgili organlarınca onaylanmak koşuluyla, bu dergide yayınlanacağı kuşkusuzdur.

TÜBİTAK'ın konuya yaklaşımı, bilimsel tarafsızlık ve toplum yararı açısından bakılarak, aşağıda belirtilen iki noktada özetlenebilir.

• **Yakın gelecekte can ve mal güvenliği açısından** - Yurttaşların depreme hazırlıklı olmaları gerektiğini anlatmak, onları gerekli önlemleri almak gereğine inandırmak çok önemli ve çok gereklidir. Deprem tehlikesinin, yukarıda koyu harflerle özetlenmiş olan ve tüm bilim adamlarının uzlaştığı kapsamda sunulması, bu amaç için yeterlidir. Bunun ötesine geçen ve tartışmalara yol açan değerlendirme ve yorumların, bu amaca olumlu bir katkıda bulunması beklenmez. Önemli olan, yurttaşları, yöneticileri, uygulamacıları ve bilim adamları ile birlikte, tüm toplumun konunun önemini anlayarak, gerekli kaynakları sağlamağa, gerekli çalışmaları yapmağa ivedilikle başlamasıdır.

Bu amaca yönelik olarak, öteden beri yürütmekte olduğu araştırma destekleme çalışmaları yanı sıra TÜBİTAK, varolan yapıların deprem dayanımı açı-

## Depremi Önceden Tahminiyle İlgili Avrupa Etik Kuralları\*

Depremi önceden tahmini ile ilgili bilgiler, bilim ile toplum arasındaki ilişkileri düzenleyen sağlıklı etik kurallarına uygun olarak sunulmazsa, toplum üzerinde dramatik etkiler yaratabilir. Yanlış tahmin paniğe yol açabilir ve halkta bilim adamları ile kamu yetkililerine karşı güvensizlik yaratarak sosyal, psikolojik, politik, ekonomik vb. sakıncalı sonuçlara neden olabilir.

Deprem tahmini üzerinde çalışan bilim adamlarının profesyonel davranışlarının temel ilkesi dürüstlük olmalıdır. Bilim adamlarının topluma, kamu yetkililerine, kuruluşlarına, meslektaşlarına ve medyaya karşı sorumluluklarının bilincinde olarak tarafsız davranmaları ve sahip oldukları bilgiyi insanlığın yararına kullanmaları gerekir.

Bir bilim adamı, yürüttüğü araştırmalar sonucunda bir depremi önceden tahmin etme noktasına gelirse, aşağıdaki işlemleri özenle yerine getirmelidir:

a. Depremi tahmin etmesine yol açan bilimsel verilerin ve yöntemlerin geçerliliğini diğer bilim adamlarına danışarak doğrulamalı ve b. Bağlı bulunduğu veya bünyesinde çalıştığı bilimsel ve teknik kuruluşların üst yöneticilerini yaptığı çalışmalar hakkında bilgilendirmelidir.

Bilim adamı, yaptığı tahminleri çalıştığı ülke yetkililerinin dikkatine sunmakla görevlidir. Bunun hangi yollarla yapılacağı önceden belirlenmelidir.

Bilim adamı, depremle ilgili tahminleri hakkında medyaya veya topluma rastgele bilgi vermemelidir. Yalnızca, kendisine bu konuda yetki verilmiş veya kendisinin kamu yetkililerince bu amaçla görevlendirilmiş olması durumunda, kamu yetkililerince uygun görülen yolları kullanarak, toplumu bilgilendirmelidir.

**Deprem Tahmini Değerlendirmesi Avrupa Danışma Komitesi**

Eğer gerek ve olanak varsa, deprem tahmini alanında her ülkede bir Ulusal Değerlendirme Komitesi kurulması tavsiye edilir.

Deprem Tahmini Değerlendirmesi Avrupa Danışma Komitesi'ne,

• Bir itiraz söz konusu olduğunda veya bir Ulusal Değerlendirme Komitesi bulunmadığı durumlarda, ulusal yetkililer;

• Tarafsız bir görüş almak istediklerinde, Ulusal Değerlendirme Komiteleri başvurabilirler.

Hiçbir durumda, Avrupa Danışma Komitesi kesin bir gerçeği resmi olarak açıklayan bir kuruluş olarak görülmemelidir. Komite, kendi görüşünü (değerlendirme konusunda kendi kapasitesine ilişkin kuşkuvarlıklarını da içerecek biçimde) resmen belirtmekle yükümlü bir kuruluş olarak görülmelidir. Bu komite, Ulusal Değerlendirme Komitesi'nin veya ellerindeki bilgi ile karar vermek zorunda olan sivil yetkililerin yerlerini alarak onların görevlerini üstlenemez.

Avrupa Danışma Komitesi, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği (IUGG) ile diğer uzmanlaşmış bilimsel Avrupa kuruluşlarına danışarak, Avrupa Sismoloji Komitesi (ESG) tarafından önerilen en fazla on beş bilim adamından oluşacaktır. Avrupa Danışma Komitesi'nin gerektiğinde başvurabileceği bir danışmanlar listesi oluşturulacaktır.

Avrupa Danışma Komitesi'nin yazmanlığı, Açık Anlaşma (Open Partial Agreement) yazmanlığı tarafından üstlenilecek ve Anlaşma danışmanlarıncı, Avrupa Sismoloji Komisyonu ile işbirliği yapılarak desteklenecektir.

Avrupa Danışma Komitesi üyelerinin görev süresi altı yıl olacak ve bu süre uzatılamayacaktır. Üyelerin yarısı her üç yılda bir yenilenecektir.

**Bilim Adamının Yabancı Ülkelerle İlişkileri**

Yabancı bir ülkenin yetkililerine deprem tahmini konusunda haber verilmesi, bilim adamının çalıştığı ülkenin yetkililerinin sorumluluğundadır.

Toplumun ve medyanın bilgilendirilmesi, deprem olacağı tahmin edilen ülke(ler) yetkililerinin sorumluluğundadır. Yukarıda tanımlanan etik kuralları nedeniyle, tahminde bulunan bilim adamı açıklamada bulunmamalıdır.

\*European Code of Ethics Concerning Earthquake Prediction

sından değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi, afet yönetimi, afette sağlık sorunları gibi alanlarda, atılımlar yapma hazırlıklarını sürdürmektedir.

• **Uzun erimli bilimsel gelişme açısından** - Deprem tehlikesinin bu denli büyük olmasına karşın, Türkiye'nin depremselliği alanında, elde bulunan verilerin, veri toplamağa yönelik sistemlerin, yapılmış olan bilimsel çalışmaların yeterli olmadığı bilinmekte, bu alanda yapılacak yeni ve ciddi çalışmalara büyük önem verilmektedir. Bu amaçla, denizde ve karada yürütülen birçok jeolojik, jeofizik, sismolojik çalışma desteklenmekte; ayrıca, uluslararası saygın bilim çevrelerinin işbirliği ile güvenilir veriler elde etmeğe yönelik, kapsamlı uluslararası projelerin başlatılmasına TÜBİTAK önderlik etmektedir.

Özet olarak, TÜBİTAK Türkiye'nin

depremselliğine yönelik bilimsel araştırmalara büyük önem vermekte ve son derece gerekli gördüğü bu tür araştırmaların en ciddi ve en güvenilir biçimde gerçekleştirilmesi için üzerine düşen önderlik görevini yerine getirmektedir.

Öte yandan, deprem tehlikesi konusunda tüm bilim adamlarının uzlaştığı temel kavramların, depreme hazırlıklı olmanın önemini anlatmak için yeterli olduğu; bunun ötesindeki tartışmaların kamuoyunda yarar değil zarar yarattığı kanısındadır. Ayrıca, elde yeterli veri bulunmadığı şu sırada, henüz kanıtlanmamış olmayan yorum ve değerlendirmelerin, kamuoyuna kesin doğrular gibi sunulmasını ve kamuoyunun derin kaygılar içine düşürülmesini bilim etiği ile bağdaştıramamaktadır.

Tuğrul Tankut

Prof. Dr., TÜBİTAK Başkan Yardımcısı

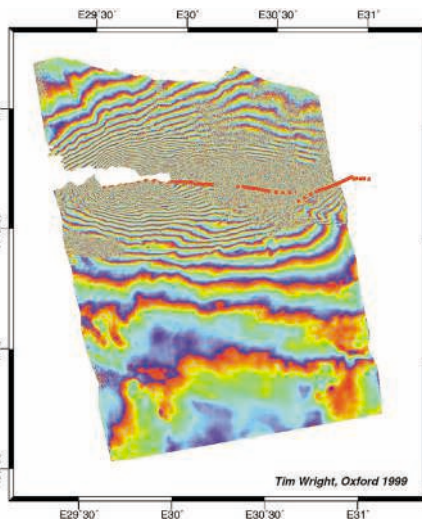
# Kuzey Anadolu Fayında, Görevde... Depremi Çalışmak

17 Ağustos 1999 İzmit depremi de, 12 Kasım 1999 Düzce Depremi de, bilimsel çalışmalarla öngörülmüştü. Bilim, günümüzün yerbilimi, depremlerin zamanını değilse de, yer ve büyüklüklerini başarıyla öngörebiliyor. Bu anlamda, bilimin sınavdan başarıyla geçtiğini söyleyebiliriz. Son depremler de dahil olmak üzere, Kuzey Anadolu Fayı üzerindeki hiçbir gelişme, bu hattı çalışan jeofizikçiler için sürpriz değil artık. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü'nden Prof. Dr. Aykut Barka, bu başarıya emekleriyle katkıda bulunan yerbilimcilerimizden biri. Kuzey Anadolu Fayını, Marmara Denizi'nin yerbilimsel yapısını iyi tanıyan, elinde verileri, bu verileri değerlendirebilecek bir modeli olan Barka, arkadaşları ve uluslararası meslektaşlarıyla şu anda da işbaşı. Bilimin bu alanda nasıl işlediği, neyin nasıl bilinebildiğini kendi çalışmalarıyla da örnekleyerek açıklıyor...

**S**ON AYLARDA peş peşe yaşadığımız felaketler, yerbilimi gazetelere ve TV ekranlarına taşıdı. Basına yansıyan kısa değerlendirmelerin arka planındaysa, yoğun arazi çalışmaları, devasa boyutta uluslararası birikim ve bilimsel yayın trafiği var. Günümüzün yerbilimi, farklı ülkelerden önde gelen bilimciler ve farklı disiplinlerin işbirliğiyle var olabiliyor. Barka, "Bilim, problem üretme ve problemi çözmek için gözlem yapma, ölçme ve analitik yöntemler kullanılarak elde edilen verilerin tümünün fiziksel ve matematiksel bazda modellenmesini içeriyor" diyor. "Bunların hepsi birlikte değerlendirilince, olayı farklı yönleriyle algılayabiliyorsunuz. Deprem konusunda arazi gözlemlerinin yanı sıra deprem etkinliğinin ölçülmesi, GPS ölçümleri ve SAR interferometri analizleri önemli rol oynuyor. Ayrıca paleosismoloji yardımıyla önceki depremleri incelemek de olanaklıdır. Bütün bunlar sayesinde deprem olayını daha iyi anlayabiliyoruz."

Barka, bilimsel çalışmalarda, ön plana, uluslararasılık boyutunu çıkarıyor: "Ben tek başına çalışmayı sevmiyorum. Örnek vermek gerekirse, modellemede Süleyman Nalbant'la, sismolojide Haluk Eyidoğan'la çalışıyorum. TÜBİTAK MAM, Yerbilimleri ile hem sismoloji ve hem de GPS çalışmaları yapıyoruz.. En önemli konuyla, bunun uluslararası ayağı. Uluslararası adlar bu alanda iyi yetişmiş in-

sanlar; çok deneyimliler. Bilimsel tartışmalar da son derece önemli. Söz gelimi, Celal Şengör'le tartışmak benim için büyük bir zevk. Paris, IPGP'den Rolando Armijo'yla da. Armijo sık sık Türkiye'ye gelir, birlikte 15-20 gün arazi çalışması yaparız. 1 yıl görüşmemişsek, o arada ne gelişmeler olmuş, onu tartışırız. ABD'den Ross Stein'la da sürekli iletişim halindeyiz. MIT'den Robert Reilinger ile GPS çalışmalarımız sürüyor. Pacific Gas and Electric Company ve Lettis firmasındaki yerbilimcilerle birlikte çalışıyoruz. Uluslararası 6-7 grupta, farklı konularda sürekli bağlantımız var.."

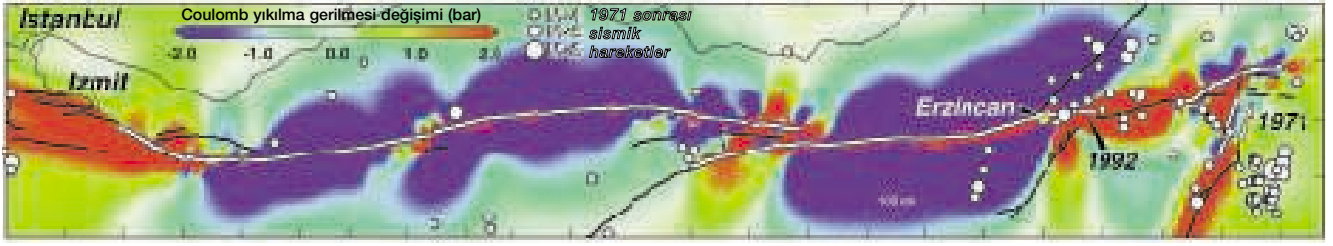


17 Ağustos depreminden önceki ve sonraki uydu verilerinin bindirilmesiyle elde edilen interferometri görüntüsü. Eğrilerin kapanma eğilimi gösterdiği noktaya bakılarak, kırığın Hersek burnu dolaylarında bittiği açıkça görülüyor.

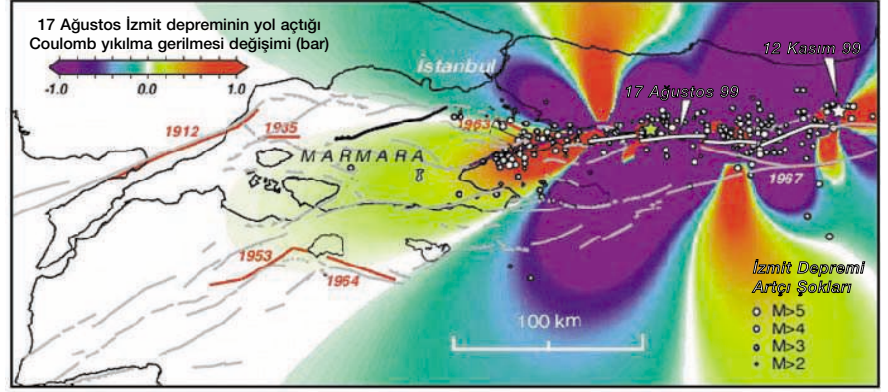
Aykut Barka'nın uluslararası kişi ve kuruluşlarla sıkı bağlantıları, zaman, emek ve kaynakların verimli kullanılması konusunda da meyve vermiş. 17 Ağustos depreminin hemen ardından Türkiye'ye gelen uluslararası gruplar, İTÜ grubunun eşgüdümü sayesinde kırılan fay parçasını bölüşüp, işbirliği içinde çalışmışlar. "Depremin üzerinden iki gün geçmişti ki, ABD'nin ulusal bilim vakfı NSF, Türkiye'ye gelen iki gruba 60'ar bin ABD doları bütçe sağladı. Gelenlerle, 150 kilometrelik kırığı parçalar halinde çalışmaya karar verdik. Bir bölgeyi de Fransız ekibe ayırdık. Güney Kaliforniya Deprem Merkezi Gölyaka-Akyazı arasını, USGS Akyazı-Sapanca arasını aldı. Sapanca'yla İzmit körfezini biz çalıştık. Gölcük bölgesini de Fransız grup aldı. Bu çalışmaların sonucunda kapsamlı bir yayın çıkacak. Başta bizim ekibimizin imzasını taşıyan bir makaleyi *Journal of Geophysical Research*'te yayımlatacağız. Bu da, uluslararası bilimsel saygınlığımız açısından çok önemli..."

Yabancı grupların bütçe sağlama ve hızlı davranmadaki başarıları örnek nitelikte. Barka, Türkiye'deki bazı üniversitelerin, depremin üzerinden aylar geçtikten sonra, yani, yüzey kırıklarının çoğu kaybolmuşken daha yeni yeni yüzey kırıklarıyla ilgili arazi çalışması önerileri sunabildiklerini açıklıyor. Yerli ekiplerin elindeki en büyük güç, kişisel özveri, kararlılık olmuş: "Biz de proje önerisi su-





Üstteki grafik, İzmit depremi öncesindeki son gerilme dağılımını gösteriyor. Barka, Stein ve Dietrich tarafından ilk olarak 1997'de yayımlanmıştı. İzmit'te 17 Ağustos'ta kırılan fay parçası üzerindeki gerilmenin yüksekliği seçilebiliyor. Sağdaki grafik, Aykut Barka'nın sağladığı verilerle Toda, Parsons ve Stein tarafından yeni hazırlanan gerilme dağılımı grafiği. 17 Ağustos İzmit depreminden sonra, 12 Kasım Düzce depreminden önceki dağılımı gösteriyor. Düzce depreminin yeri de sonradan işaretlenmiş. Bu deprem batı tarafını etkilemediği için, son durumu yansıttığı kabul ediliyor.



nup bütçe ayrılmasını beklemeye kalkışsaydık bu iş olmazdı. Başlarda İTÜ Rektörlüğünün sağladığı bütçe ve kendi araçlarımızla yola çıktık. Bazı çalışmalara, TOFAŞ, Ford Otosan, Demirbank, Yerlikaya Hukuk Bürosu gibi bazı özel kuruluşlar kendileri destek verdi.." diye açıklıyor Barka.

Arazide toplanan veriler, Ross Stein'in öncülüğüyle oluşturulan ve Barka'nın başarıyla KAF üzerinde uyguladığı Coulomb gerilme modeli için çok değerli. Bu model sayesinde, son İzmit depreminin, tarihi değilse de, yeri ve büyüklüğü yıllar öncesinden öngörülebilmişti. Bu çalışmalar, bilimsel dergilerde, TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisinin de dahil olduğu popüler yayınlarda duyurulmuştu. Coulomb modeli, Barka'nın eline olup biteni açıklamaya yarayan güçlü bir aygıt veriyor: "Coulomb modeli, akılcı bir yaklaşım getirdi. Bu yöntemi hâlâ eleştirenler de var tabii ki. Her şey zamanla yerine oturuyor. Oturmayan kısımlar için de model geliştirilecek. Bence bu haliyle de gayet iyi çalışıyor."

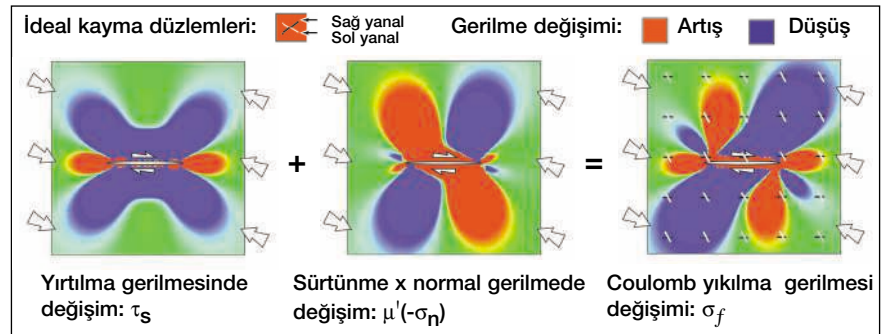
Bilimin buradaki başarısı sadece modelin iyi olmasıyla gerçekleşmiyor: "Model tek başına bir şeyi çözmiyor. Fay geometrisinin çok iyi bilinmesi gerekli. Fay üzerindeki yer değiştirme verilerinin ölçülmesi gerekiyor. Bir fayın üzerindeki yer değiştirme değerlerini bilmiyorsanız, ya da onu bilmeden birşeyler söylüyorsanız kaybolursunuz. 5 metrelik bir

yüzey kırığıyla 10 santimetrelik yüzey kırığını aynı kefeye koyarsanız hiç değeri kalmaz.."

Barka, yer değiştirme verilerini toplamanın da her şeyin anlaşılivermesini sağlamadığı konusunda uyarıda bulunuyor: "Ayrıntı çalışmaları gerekiyor, tarihsel depremler yerlerine yerleştiriliyor. Biz bir bakıma filmi geriye aldığımızda, Ambraseys ve Finkel gibi araştırmacıların çalışmalarındaki tarihsel deprem verilerinin modele oturduğunu görüyoruz. Bu alanda bilimsel çalışma, sürekli GPS ölçümü alınmasını, fay bölgelerinde kazılar yapıp, alınan örneklerin tarihlendirilmesini gerektiriyor. Masa başında, tek bir yöntemle yürümüyor işler..."

Barka, elindeki veriler ve yöntemle Düzce depremini de öngörmüştü. Bu konudaki açıklamaları, deprem-

den önce yaygın basında manşetlere yansıdı, Düzce'deki yerel bir kanalda iki kez kamuoyuna duyuruldu. Barka, modelin açıklığına karşın, Düzce depremini tartışırken, "deprem göçü doğuya döndü" gibi yorumlar yapanlara kızıyor: "Bilim adamları bir konu üzerinde çalışırken belli bir birikime dayanırlar; literatür bazında, düşünce bazında... Bir makale yazarken bir sentez yapıyorsunuz. Bu sentezi ne kadar çok yaparsanız o kadar olayların farkında olursunuz. En başta araştırma yapmak geliyor. Bu araştırmalardan da bir şeyler üretmek gerekiyor. Üretirken eksikleriniz ortaya çıkar. Bunların sayısı arttıkça, o konudaki bilginiz artıyor. Buna arka plan diyoruz. Bu olmayınca, olayları anlamak olanaksız. Anlamayınca da anlatamıyorlar. Anlatamayınca da, yorumlarıyla kimseyi tatmin edemiyorlar. Oysa,



King, Stein ve Lin'in, Coulomb modelini anlattıkları bir makaleden, Coulomb gerilme değişimi formülünün grafik gösterimini açıklayan şemanın, fay doğrultuları ve doğal ortam sıkıştırması KAF'ı andıracak biçimde değiştirilmiş hali. İdealize edilmiş bir fay parçası üzerindeki gerilme dağılımı gösteriliyor. Şemada,  $\tau_s + \mu'(-\sigma_n) = \sigma_f$  biçiminde yazılan temel Coulomb yıkılma gerilimi formülü bileşenlerine ayrılmış. Denklemin sağ tarafındaki  $\sigma_f$  ifadesi belli bir değer üzerine çıktığında fay parçası yırtılıyor.



**Aykut Barka'nın geçtiği bir hava fotoğrafında Hersek deltası. Noktalı sarı çizgi, fay parçasının geçtiği yeri gösteriyor.**

problemi bir kere çözebilmişseniz, olup bitenleri bir kahvehaneye gidip oradakilere bile anlatabilirsiniz.”

Düzce'de kırılan fay parçasının er ya da geç kırılacağı önceden de bilinebiliyordu, ama bunun 12 Kasım'da olacağını öngörmenin yolu yoktu. Barka, sıranın, bu kırığın doğusunda kalan, Düzce kolunu ana kola bağlayan bölgenin araştırılmasına geldiğini söylüyor. Buradaki fay yapısı tam olarak anlaşılabilmiş değil. Yaklaşık 10 kilometrelik eksik bir parça var. Burası, tek bir depremle bir kerede kırılıp ana kola bağlanacak olursa,  $M=6-6.5$  büyüklüğünde bir depreme karşılık gelebilir. Bu konudaki çalışmalar devam ediyor. Erzincan'ın doğusuna düşen ve neden hâlâ kırılmadığı anlaşılamayan bir diğer boşluk gibi.

Barka'ya göre, Erzincan'ın doğusunda da yıllardır bir deprem bekleniyor. Bununla birlikte, o bölgede yerleşim seyrek, tek katlı olduğu için, deprem büyük bir yıkım getirmeyecek.

Barka için diğer bir sıcak araştırma konusu da, körfezdeki fay parçasının Hersek burnunu kestiği yer. Barka, Hersek burnundaki bugüne değin gözden kaçmış tepe oluşumunun, buradan geçen fay parçasının ürünü olduğunu düşünüyor. Burun kuzey-güney doğrultusunda olduğu için, doğu-batı doğrultusunda uzanan bir fayla ilintisi olabileceği önceden düşünülmemiştir. Burunun kuzey-güney doğrultusunda uzanması bir kıyı oluşumundan ibaret. Gözden kaçan tepe ise, KAF doğrultusunda, doğu-batı

yönünde uzanıyor. Barka, Harita Genel Komutanlığı'ndan bölgenin hava fotoğraflarını alıp incelemiştir. Ayrıca, Hersek burnu üzerinde uçuşlar yapmış: “Pacific Gas and Electric Company için körfez depremi çok önemli. ABD'de San Andreas fayıyla ilgi çalışmalarına örnek olarak körfez depremi deneyimimizi inceliyorlar. Hersek deltasıyla ilgili durumu açıkladığımda konuyla ilgilendiler ve buranın araştırılması için bütçe ayırdılar. Ayrıca TOFAŞ da projeye mali katkıda bulundu. Burada ana kolu bulmaya uğraşıyoruz. Pek çok kazı yaptık. Yaklaşık üç hafta çalışarak, Ekim'in 20'sinde kazıyı tamamladık. Çeşitli noktalardan, tarihlendirilmeyi bekleyen örnekler aldık. Çalışmalar ileride de sürecektir. Fayın bu noktasının en son hangi yılda kırıldığını öğrenmek bizim için çok önem taşıyor. Önümüzdeki kırılmanın ne kadar yakın olduğunu ve büyüklüğünü öngörebilmemizi sağlayacak.”

Barka, farklı kişi ve kurumların, hazırladıkları haritalar ya da değerlendirmelerini, tüm tartışmaları sonlandıracak olağanüstü çözümler gibi sunmalarını onaylamıyor. Körfez bölgesi ve Marmara'nın içlerinin fay düzeneklerinin ayrıntı çalışmasının çok önemli olduğunu ve hâlâ yapılması gereken araştırmalar olduğunu anlatıyor. Kamuoyuna yansıyan sismik profillerde ayrıntı düzeyi yeterli değil: “Söz gelimi Sismik 1'in verilerinde görülebilen en küçük basamak 30-40 metre. Hersek burnunda kazdığımız tepeye baktığımızda, 20 metrelik bir

oluşumun önemini anlayabiliyoruz.. Ayrıntı bilgileri çok önemli.”

Barka, yerbilimin olup biteni açıklamadaki tutarlılığına karşın, bilim çevrelerindeki basına yansıyan tartışmaların kafa karıştırıcılığından rahatsız: “Basının halkla bilim arasındaki köprüyü iyi kurması gerekiyor. Bu köprü ne kadar iyi kurulursa, bilim adamlarının bildiği halka o kadar iyi yansır. Bunun sağlanabilmesi için de, basının seçici olması gerekiyor. Belli bir konuda görüşü alınacak kişinin o konuda ne kadar söz sahibi olduğunun incelenmesi gerekiyor. Örneğin, o konuda kaç araştırma ve yayın yapmış? Bunlar uluslararası bilim literatüründe kaç atfı almış gibi. Fikri ve geçmişi olmayan kişilerin görüşüne başvurulmamalı.” Barka, seçimin doğru yapılması durumunda, görüş ayrılıklarının bu günkü gibi sorun olamayacağını savunuyor: “Yeterli kişiler tartışır, doğrular ve eksikler ortaya dökülebilir. Çok daha seviyeli, olumlu sonuçlar veren tartışmalar olur. Kimsenin bu derecede kafası karışmaz. Örneğin, benim ve Celal Şengör'ün modelleri arasında da farklılıklar var. Onun modeli aslında benimkiye yakın. Ben yine de, onun düşündüğü gibi tek bir fay parçası olabileceğine inanmıyorum. Birlikte bunları değerlendirirken, belli bir tartışma seviyesi tutturabiliyoruz. Hiçbir zaman bu yüzden kırılmadık.” Aykut Barka, basının doğru kişilerin görüşlerine başvurulduğu durumlarda bile, söylenenleri doğru anlama ve doğru aktarmaya özen göstermeyebildiğini söylüyor: “Siz olma olasılığından bahsediyorsunuz, onlar olacak diyor.”

Aykut Barka'nın, dergimizle bu görüşmeyi yaptığı sırada ve öncesinde, yoğun arazi çalışmaları, bilimsel ve popüler toplantılar, dersler, basın açıklamaları ve benzeri çalışmalarla dört bir yandan ne denli kuşatılmış olduğuna tanık olduk. Kendisine ve yerbilimcilerimizin tümüne dayanma gücü ve başarı diliyoruz.

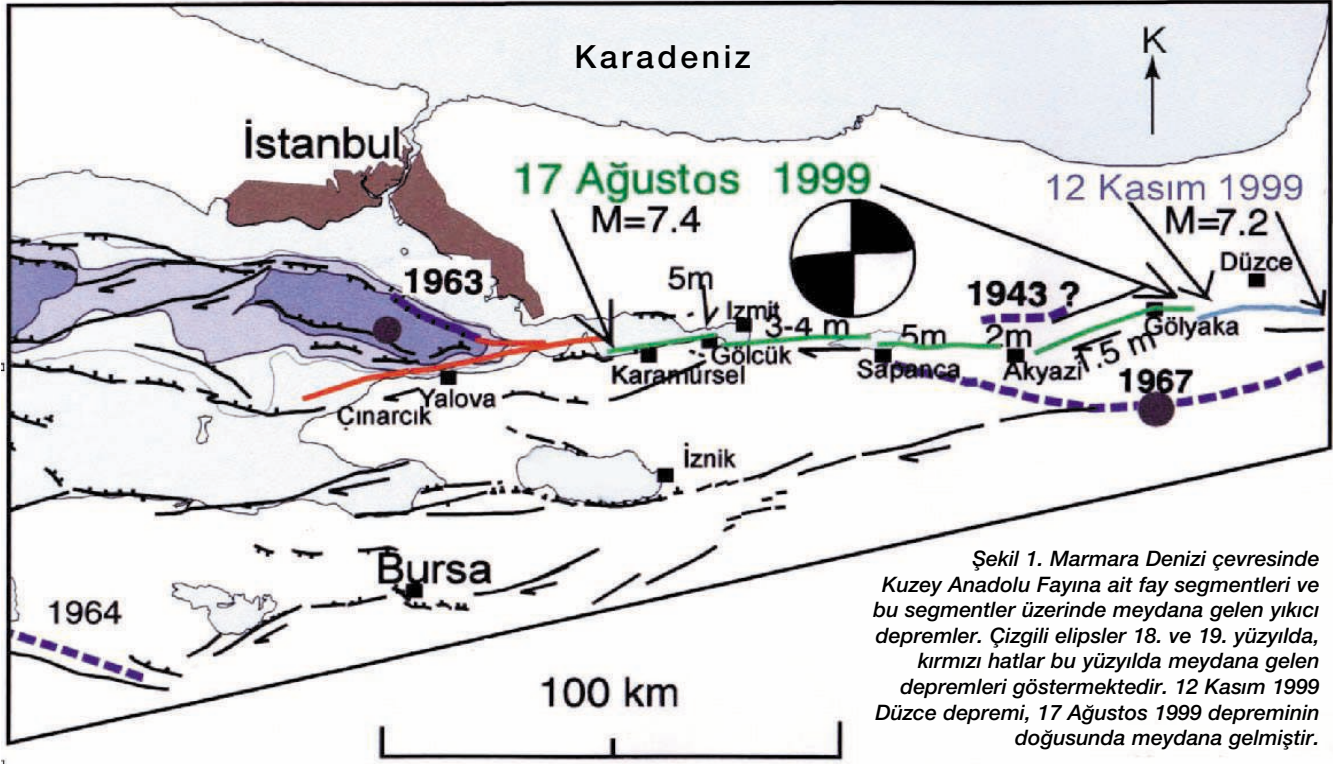
Özgür Kurtuluş

**Kaynaklar:**  
King G.C.P., Stein R.S., Lin J., “Static Stress Changes and the Triggering of Earthquakes” *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 2 Mart 1994  
Stein R.S., Barka A.A. ve Dietrich J.H., “Progressive Failure on the North Anatolian Fault since 1939 by Earthquake Stress Triggering”. *Geophys. J. Int.*, 128,594-604.,1997



# 12 Kasım 1999...

# Düzce Depremi



12 Kasım 1999 akşam saat 18:58'de meydana gelen ve Türkiye'nin birçok yerinde hissedilen deprem, Bolu ilinde önemli can kayıplarına ve çok ağır hasara yol açmıştır. Kandilli Rasathanesi, depremin merkez üssünü Düzce yakınları, büyüklüğünü de 7,2 olarak açıklamıştır. 12 Kasım 1999 depremi Göl-yaka'yla Kaynaşlı'nın doğusu arasında toplam olarak yaklaşık 40 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur. Bu yüzey kırığı üzerinde hem düşey hem de yanal olarak farklı yerdeğiştirmeler meydana gelmiş ve maksimum 3,0 m düşey, 4,5 m de sağ-yanal yerdeğiştirme ölçülmüştür. 17 Ağustos 1999 İzmit depreminde meydana gelen yüzey kırığı Düzce'nin yaklaşık 6 km güneybatısında Göl-yaka yakınlarında bitmektedir (Şekil 1 ve 2). Bu depremden üç ay sonra meydana gelen Düzce depremi, 17 Ağustos kırığının kuzeydoğu ucuyla Bolu Tüneli arasındaki kesimi kırmıştır. (Şekil 2)

12 Kasım 1999 yüzey kırığının batı ucunda yaklaşık 9 km'lik kısım Ağustos depreminde de kırılmıştır; ancak Ağustos depreminde bu kısım üzerindeki yanal yerdeğiştirme, batıdan doğuya doğru azalarak devam

etmiş, Göl-yaka civarında 30 cm'ye kadar azalmış ve kırığın sonuna doğru yanal yerdeğiştirme kaybolarak yüzey kırığı yalnızca çatlaklar biçiminde takip edilebilmiştir. 12 Kasım yüzeyi kırığı, Ağustos yüzey kırığı-

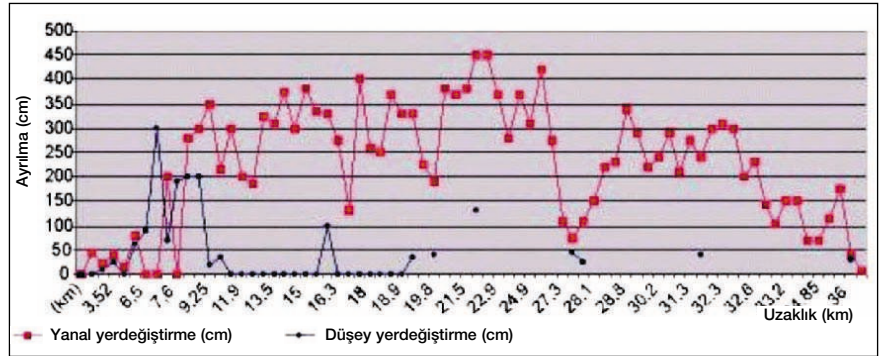
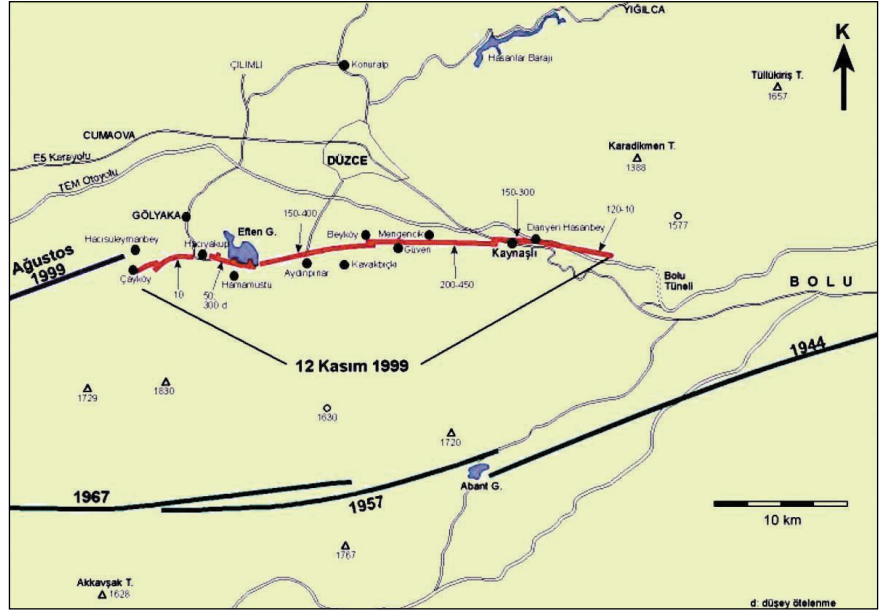


nın tam doğu ucu doğrultusunda gelişmemiş, bu bölgede sağa sıçrama yaparak gelişmiştir (Şekil 2). Bu sağa sıçramanın olduğu bölgede düşey yerdeğiştirme egemendir. 12 Kasım 1999 depreminde Hacıyakup Köyü civarında yanal yerdeğiştirme 40-50 cm civarında iken, düşey yerdeğiştirme yer yer 3 metreye varmaktadır (Şekil 3).

En büyük düşey yerdeğiştirme Eften Gölü'nün güneyinde görülmektedir. Eften Gölü'nün güneydoğusunda ve daha doğuya doğru sıvılaşma yapıları gelişmiştir. Bunlardan en belirgin olanı Cumaköy'ün hemen doğusunda yaklaşık 12 m uzunluğunda, 7 m genişliğinde ve 50 cm yüksekliğinde iki bacalı bir kum çıkışı şeklindedir.

Yüzey kırığı, Eften Gölü'nün doğusunda DKD yönünde uzanır ve Beyköy Köyü'nün güneyinde yaklaşık D-B doğrultusunda uzanır. Beyköy ile Kaynaşlı doğusundaki Darıyerihasanbey Köyü arasında yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan yüzey kırığı, Darıyerihasanbey Köyü doğusunda DKD doğrultusunda devam ederek Bolu Tüneli'nin batısında son bulur (Şekil 2). Yüzey kırığı üzerinde maksimum yanal yerdeğiştirme Mengencik Köyü güneyinde ve güneybatısında yaklaşık 4,5 m olarak ölçülmüştür.

Bu bölgede fayın kestiği bir dere yatağının yaklaşık 55 m; 4,5 km kadar doğuda daha küçük bir dere yatağının da yaklaşık 12 m ötelen-

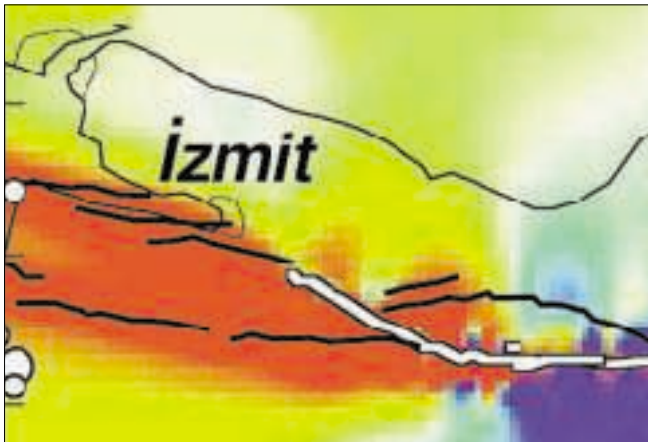


Şekil 2. Üstte, Düzce depremi yüzey kırığının genel geometrisi görülüyor. Altta grafik, kırık üzerindeki yerdeğiştirme dağılımı gösterilmektedir

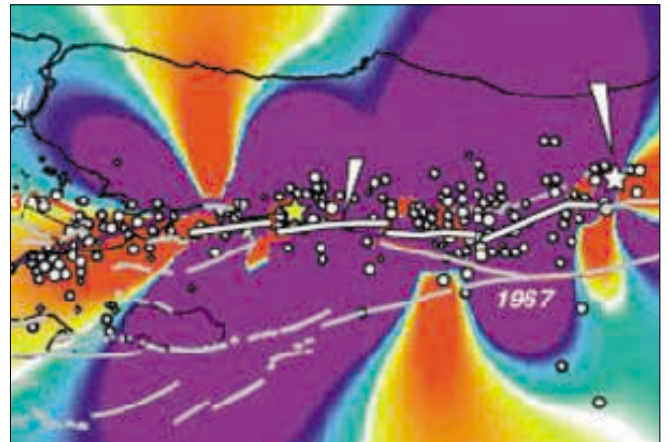
mesi 12 Kasım 1999 yüzey kırığının daha önceki yüzey kırıklarını takip ettiğini göstermektedir.

Kaynaşlı'nın 2 km batısında E-5 karayolunu keserek yolun kuzeyine geçen kırık üzerinde 3 m ile 1,5 m

arasında değişen yanal ötelenmeler ölçülmüştür. Ankara-İstanbul otoyolunun viyadükleri altından geçen ve viyadüklerde deformasyonlara neden olan yüzey kırığı daha doğuya doğru dağlık kesimlerde de izlenir



Şekil 4. Kuzey Anadolu fayı üzerinde 1939-1967 deprem göçü sırasında meydana gelen kırılma stresi dağılımı. Bu şekilde 17 Ağustos depremi öncesinde İzmit körfezinde kırılma stresi artışı görülürken Düzce fayında da azda olsa bir stres azalması hesaplanmıştır (mavi alan). Bu da 17 Ağustos depreminin Gölyaka'da kalması ile uyumludur (Stein, Barka ve Dietrich, 1997).



Şekil 5. 17 Ağustos 1999 İzmit depremi sonrasındaki kırılma stresinin dağılımı. Mavi ve mor alanlar stres azalması, sarı ve kırmızı alanlar stres artmasını göstermektedir. Düzce depremi öncesinde 17 Ağustos depremi öncesi Düzce fayı üzerinde gözlenen azalma 17 Ağustos depremi sonrasında stres artmasına dönüşmüştür.





**Şekil 3.** Hacıyakup yakınlarında fay boyunca ana yolun 2m'lik düşey atımı ve Kaynaşlı'da fayın 2.5 m'lik doğrultu atımı gösterilmektedir. Burada 40 cm'lik düşey atımda görülmektedir.

ancak yanal ötelenme doğuya doğru azalır ve yüzey kırığı Bolu Tüneli'nin batı girişine gelmeden sönümlenerek doğuda son bulur.

Doğrultu boyunca küçük sıçramaların olduğu yerler dışında kırık üzerinde sağ yanal ötelenmeler görülür. Yüzey kırığı Beyköy güneyinde ve Kaynaşlı'nın batısında sırası ile 200 m ve 500 m lik sola sıçramalar yapar (Şekil 2). Kırığın sola sıçrama yaptığı bölgelerde bindirmeler ve kademeli tansiyon çatlakları gelişmiştir.

Kırığın geçtiği yerlerdeki zemin özelliklerine ve morfolojiye göre 1 m ile 50 m arasında deformasyon zonları oluşturur. Zeminin gevşek olduğu yerlerde deformasyon zonunun genişliği 1-4 m arasında iken, sağlam zeminin bulunduğu tepelik kesimlerde deformasyon zonu genişlemektedir. Bu zonlar içinde genellikle

le K50-75B doğrultulu kırıklar hakimdir.

17 Ağustos 1999 İzmit depremi ve 12 Kasım 1999 Düzce depremleri, Bolu batısında üç ana kola ayrılan Kuzey Anadolu fay zonunun kuzey kolu üzerinde meydana gelmişlerdir. Kuzey Anadolu fay zonu üzerinde bu yıl meydana gelen depremlerden önce oluşmuş depremlerin modellenmesi 1999 depremlerinin meydana geldiği bölgelerde stresin arttığını göstermektedir (Şekil 4). Bu modellerde stresin en fazla artışı gösterdiği İzmit Körfezi civarı 17 Ağustos 1999 depremi ile kırılmıştır. Bu deprem, 1939-1967 depremlerinin modellenmesinde stresin azaldığı alanda yer almasına karşılık 17 Ağustos depreminde Düzce bölgesinde stresin artmasına neden olmuş ve Düzce bölgesi de 12 Kasım 1999 depremi ile kırılmıştır.

Ancak, Düzce depreminde kırılan kısım beklenildiği gibi doğuya devam ederek Kuzey Anadolu fayı ile doğuda birleşmemektedir (Şekil 2). Dolayısıyla bu bölgede yaklaşık 10 km'lik kısım kırılmamıştır. Bu kısmın yakın gelecekte kırılıp kırılmamasını tahmin etmek zordur fakat en kötü ihtimal ile kırılması düşünülsede bile bu da yaklaşık 6,0 - 6,5 büyüklüğünde bir deprem yaratabilir ki bu da 1999 depremlerinde yaşamış olduğumuz artçı sarsıntılar kadar bir deprem demektir ve bölgede önemli hasara neden olabileceği düşünülmemektedir. Ama yine de hasarlı binalara onarılmadan girilmemelidir.

TÜBİTAK Bilim ve Teknik'in Ekim sayısında Düzce fayında deprem riskinin arttığı belirtilmişti ancak zaman açısından bir tahmin yapılmamıştı. (Barka, 1999). Bununla beraber bu riskin varlığının bile ortaya konması, kırılan fay uzunluğu, depremin büyüklüğünün ve yerdeğiştirmenin kaba da olsa tahmin edilmesi (Barka ve Erdik, 1993; Barka, 1996), bilimin depremler konusunda geldiği düzey açısından son derece önemlidir.

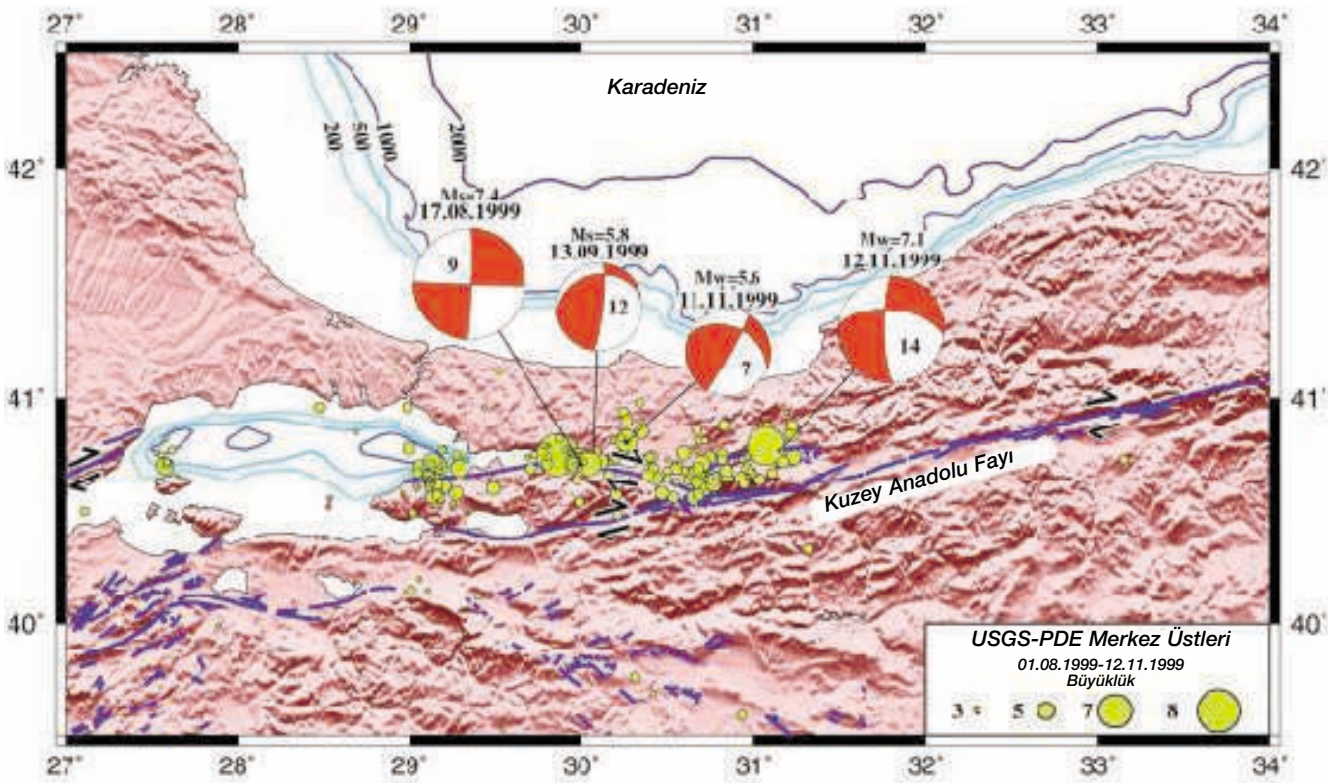
Aykut Barka<sup>1</sup>, Erhan Altunel<sup>2</sup>, Serdar Akyüz<sup>3</sup>, Gürsel Sunal<sup>3</sup>,  
Ross Hartleb<sup>4</sup>, Ozan B. Uslu<sup>3</sup>, Erkan Toroman<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>İTÜ, Aerasya Yerbilimleri Enstitüsü-<sup>2</sup>Osmangazi Üniversitesi,  
Mühendislik Fakültesi, Eskişehir-<sup>3</sup>İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü  
<sup>4</sup>University of Southern California, Dep. of Earth Sciences

#### Kaynaklar:

- Barka, A. A. (1996). "Slip Distribution Along the North Anatolian Fault Associated with the Large Earthquakes of the Period 1939- to 1967". *BSSA*, 86, 5, 1238-1254.
- Barka, A. A. (1997). "Neotectonics of the Marmara region. Active tectonics of Northwestern Anatolia-The Marmara Project.", Ed. C. Schindler and M. Pfister. *VDF, ETH Zurich*, 55-88.
- Barka, A. ve Erdik (1993). "Site Specific Fault Rupture Hazard Investigations for Viaduct 1 and 1A of Gümüşova-Gerede Motorway. Aştıldı"
- Stein, R. S., Barka, A. A. and Dietrich, J. H. (1997). "Progressive failure on the North Anatolian Fault since 1939 by Earthquake Stress Triggering." *Geophys. J. Int.* 128, 594-604.



# Marmara Bölgesi'nin Aktif Tektoniği Gölcük-Düzce Depremleri



**M**ARMARA DENİZİ, Ege Denizi'yle Karadeniz'i birleştiren 275 km uzunluğunda, 80 km genişliğinde, güney kısımları daha sık fakat derinlikleri yer yer 1250 m'ye değin ulaşan derin çukurlukları içeren denizel bir çökme ortamıdır. Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) en batı ucunda bulunan bu çökme ortamında, bu önemli kırık zonu, karakterini değiştirip, çizgiselliğini birbirlerine paralel olarak gelişmiş birtakım fay zonlarına bıraktığı ve deformasyonun da çok geniş bir alanda (~120 km) etkinliğini sürdürdüğü gözlenmektedir. Anadolu levhasının batıya doğru kaçış hareketi, Marmara Denizi ve çevresindeki bu fay sistemlerinin yardımıyla Kuzey

Ege Bölgesi'nde de etkinliğini sürdürmektedir.

KAF'ın Marmara Denizi içerisindeki davranışı ve geometrisi, karasal bölgelerde gözlemlendiği ölçüde açık değildir. Bir başka deyişle, Anadolu levhasının batıya doğru hareketi Marmara Denizi içerisindeki birtakım kırık sistemleri boyunca oldukça karmaşık bir mekanizmayla Kuzey Ege'ye iletilir. 31° Doğu boylamının batısında, Kuzey Anadolu çizgiselliğini, birbirine koşut doğrultuda sıralanan bir fay sistemine bırakır. Bu sağ-yönlü kırık zonları, Marmara Denizi ve çevresinde gözlenen sismik etkinliğin kaynağını oluştururlar. Bölgede gözlenen deformasyonlar (depremler), bu kırık zonlarında hem doğrultu-atımlı faylar (yanal yönlü hareketler) hem de nor-

mal faylar (açılma hareketleri) boyunca oluşur.

Marmara havzasını (çökme ortamını) oluşturan kırık zonlarına ilişkin en önemli bilgileri; deprem sismolojisi, sismik kırılma ve yansıma verilerinden ve dolaylı olarak jeomorfoloji, jeoloji, neo-tektonik ve uydu jeodezisi verilerinden yararlanarak elde etmekteyiz. Son yıllarda elde edilen jeofiziksel ve jeolojik bulguların ışığında, Marmara Denizi ve çevresinde sanılandan çok daha fazla kırık zonunun varlığı gözlenmiştir.

Marmara Denizi ve çevresini etkileyen kırık zonları ve ilgili depremlere ait fay düzlemi çözümlerini gösteren bir haritaya bakacak olursak (Şekiller); Marmara Bölgesi'nin ne kadar büyük bir deprem riskiyle iç içe yaşadığı gö-

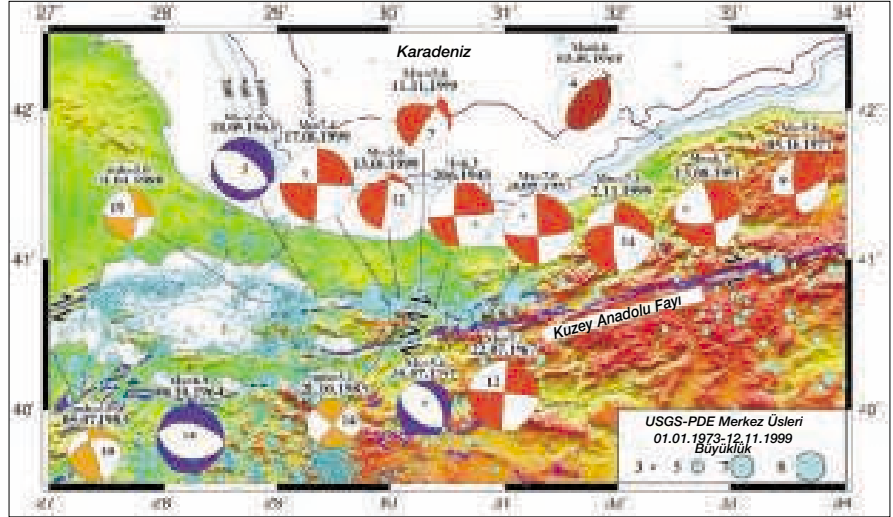


rülür. Marmara Denizi çökme havzasını sınırlayan bu kırık zonlarında oluşabilecek depremlerden 5-25 km uzaklıktaki yerleşim birimlerinde ağır hasarlar oluşacağını görmek de olasıdır.

Yapılardaki hasarlar; depremin büyüklüğüne (M), episantr uzaklığına, zemin koşullarına, yapı tipleri ve inşaat niteliğine göre farklı oranlarda olacaktır. Zemin niteliği açısından olaya bakacak olursak; gevşek zeminlerin sarsıntı büyütme oranı ve titreşim periyotları büyük; sert zeminlerin ve kayalık bölgelerinse küçüktür. Kurutulmuş bataklık bölgeleri, dere yatakları, dolgu ve heyelan alanları gibi gevşek zeminler üzerindeki yapılar, sert-kayalık bölgelerde inşa edilmiş yapılara oranla daha çok hasar göreceklerdir.

Marmara Denizi ve çevresini etkileyen, modern sismolojik yöntemlerle kaydedilen ve kırılma mekanizması (fay düzlemi çözümü) tanımlanan önemli depremler tabloda ve Şekil 1'de verilmektedir. Son yıllarda ülkemizi etkileyen bu önemli depremlerin kabuk içerisindeki oluşum (odak) derinlikleri incelendiğinde, kırılma üst-kabuk içerisinde (h=10-15 km) oluştuğu gözlenmiştir. Dolayısıyla yıkım ve hasar, çok büyük boyutlarda olmuştur.

Bölgede 1 Şubat 1944 Gerede depremi (Ms=7,3) gibi yıkımlara yol açmış başka önemli depremler de vardır. Diğer depremse, 5 Nisan 1944 Mudurnu depremidir (Ms=5,6). Bu depremlerin kırılma mekanizması çözümleri modern sismolojik yöntemlerle sağlıklı olarak tanımlanamamıştır (dolayısıyla Tablo 1 ve Şekil 1'de yer almamakta-



Şekil 1. Marmara Denizi ve Çevresini etkileyen önemli depremlere ait Fay Düzlemi Çözümleri, Cism Dalgaları Modellemesi sonuçları ve önbilgilere göre USGS-NEIC; Harvard-CMT çözümleri. İçleri renklendirilmiş büyük daireler günümüze değin (aletsel dönemde) bölgede oluşmuş ve yıkımlara yol açmış depremlerin yerlerini, kırık zonlarıyla ilişkisini ve Fay Düzlemi Çözümleri'ni göstermektedir. Kırmızı renkli çözümler doğrultu-atımlı faylanmaları (yanal yönlü hareketler; 17 Ağustos Gölcük-İzmit depremindeki gibi), koyu-mavi çözümler normal faylanmaları (açılma hareketleri; 1995 Dinar depremindeki gibi), bordo çözümler, bindirme (sıkışma türü) faylanmaları (1988 Spitak-Ermenistan depremindeki gibi) ve turuncu çözümler Harvard-CMT çözümlerini göstermektedir. Odak küreleri içindeki sayılar kırılmanın gözlemlendiği yerküre içindeki odak derinliğini kilometre ölçeğinde gösterir. (\*) ile işaretli olanların odak derinlikleri net olarak bilinmemektedir ve fay düzlemi çözümleri McKenzie (1972)'den alınmıştır. Depremlerin tarihleri ve büyüklükleri küreler üzerinde verilmiştir. Küçük mavi daireler Marmara Denizi ve çevresinin USGS-NEIC verilerine göre 1973--1999 yılları arasındaki sismik etkinliğini (depremlerin dağılımını) göstermektedir.

dırlar). Yüzey kırıklarından elde edilen bulgular bu depremlerin KAF ile ilişkili olduklarını göstermektedir.

Bu önemli depremleri kısaca özetleyelim.

**1 Şubat 1944 Gerede Depremi (Ms=7,3; 40,90 Kuzey-32,60 Doğu):** Bu deprem büyük hasarlara yol açmıştır ve yüzey kırıkları gözlenmiştir. Deprem sonucunda oluşan 160 km uzunluğundaki kırık sistemi üzerinde 370 cm sağ-yönlü yanal ve 100 cm düşey yer değiştirme saptanmıştır.

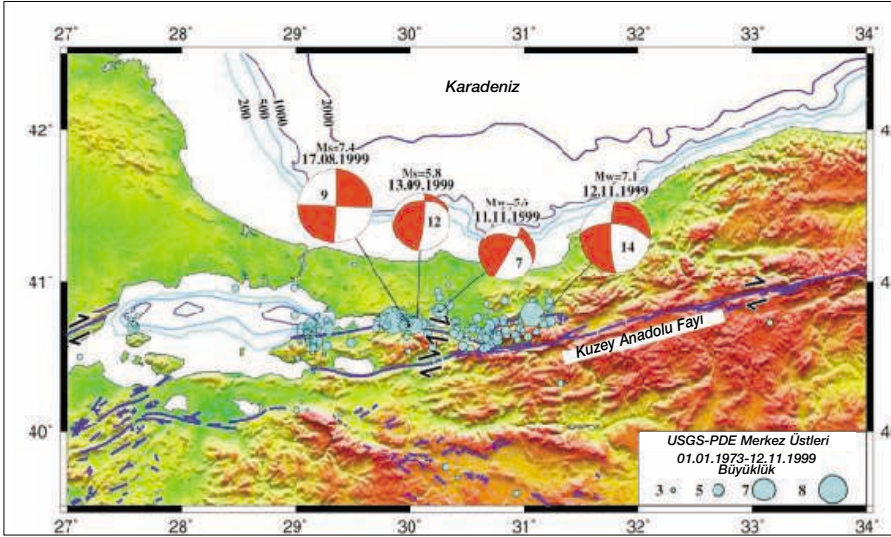
**13 Ağustos 1951 Kurşunlu Depremi (Ms=6,7; 40,95 Kuzey-32,57 Doğu):** Bu deprem sonucunda oluşan 32 km uzunluğundaki kırık sistemi üzerinde 60 cm sağ-yönlü yanal ve 30 cm düşey yer değiştirme gözlenmiştir.

**26 Mayıs 1957 Abant Depremi (Ms=7,0; 40,66 Kuzey-30,89 Doğu):** Bu deprem sonucunda oluşan 40 km uzunluğundaki kırık sistemi üzerinde 160 cm sağ-yönlü yanal ve 45 cm düşey yer değiştirme gözlenmiştir.

**18 Eylül 1963 Yalova-Çınarcık Depremi (Ms=6,4; 40,90 Kuzey-29,20 Doğu):** Yalova, kaplıcalar ve Çınarcık'ta etkili olan bu depremde, yüzlerce ev hasar görmüştür. İstanbul ve Bursa'daki bazı binalarda hasar gözlenmiştir. Yunanistan'da da hissedildiği rapor edilmiştir. 1960'lı yıllarda dünya genelinde dağılmış standart donanımlı (benzer özellikleri olan sismometre, sismograf vb.) sismograf istasyonları çok az sayıda olduğu için, bu depremin episantrının (mekii) hesaplanmasında hatalar vardır. Dolayısıyla, Şekil 1 ve Tablo 1'de verilen ve 1963'teki uluslararası aletsel sismolojik verilerin ışığında tanımlanan episantr, net olarak bilinmemektedir. Ancak, depremin hissedildiği bölge ve makrosismik göz-

Marmara Denizi ve Çevresini Etkileyen, Modern Sismolojik Yöntemlerle Kaydedilen ve Kırılma Mekanizması (Fay Düzlemi Çözümü) Tanımlanan Önemli Depremler

Tarih (gün, ay, yıl)	Zaman (GMT) (sa:dk:sn)	Enlem (Kuzey)	Boylam (Doğu)	Derinlik (km)	Büyüklük
20.06.1943	15:32:50.6	40,700	30,380	-	M = 6,3
13.08.1951	18:33:30.0	40,950	32,570	-	Ms = 6,7
26.05.1957	06:33:31.6	40,660	30,890	-	Ms = 7,0
18.09.1963	16:58:12.5	40,900	29,200	15	Ms = 6,4
06.10.1964	14:31:23.0	40,300	28,230	14	Ms = 6,9
22.07.1967	16:56:58.0	40,670	30,690	12	Ms = 7,1
30.07.1967	01:31:02.0	40,720	30,520	-	Ms = 5,6
03.09.1968	08:19:52.6	41,810	30,390	4	Ms = 6,6
05.10.1977	05:34:46.1	41,020	33,570	8	Ms = 5,8
05.07.1983	12:01:27.4	40,330	27,230	10	mb = 5,5
21.10.1983	20:34:56.2	30,050	40,540	14	mb = 5,1
24.04.1988	20:49:39.5	28,730	40,770	19	mb = 5,0
Gölcük-Sapanca- Düzce Depremleri					
17.08.1999	00:01:38.2	40,709	29,998	9	Mw = 7,4
13.09.1999	11:55:29.9	40,765	30,072	12	Mw = 5,9
11.11.1999	14:41:24.3	40,804	30,260	7	Mw = 5,7
12.11.1999	16:57:20.3	40,768	32,148	14	Mw = 7,1



lemler (genel hasar dağılımları vb.) depremin olası makrosismik episantrının Yalova-Çınarcık açıklarında olabileceğini vurgulamaktadır. Bu depremden günümüze, İstanbul'un yakınında

oluşan ve İstanbul'u etkileyen daha büyük, önemli bir deprem, aletsel sismoloji döneminde oluşmamıştır.

6 Ekim 1964 Manyas Depremi (Ms=6,9; 40,30 Kuzey-28,23 Do-

Şekil 2. USGS-NEIC verilerine göre 1 Ağustos 1999-12 Kasım 1999 döneminde Gölcük-Düzce depremleriyle kırılan Kuzey Anadolu Fayı'nın etkilediği bölgedeki sismik aktivite (depremlerin dağılımları) ve 1999 Gölcük-Düzce depremleri fay düzlemi çözümleri. Aktif kırık (fay) zonları koyu mavi çizgilerle gösterilmiştir.

ğu): Birçok öncü depremden sonra ana şok oluştu. Manyas Gölü'nün güney kesimlerinde çok büyük hasarlara yol açtı. Manyas'tan 70 km kadar güney kesimlerde, heyelanlar, kum fıskişmaları ve deformasyonlar gözlemlendi. Kırık zonları, 40 km uzunluğunda 2-3 km genişliğindeki bir bölgede Gönen'den Kemalpaşa'ya kadar gözlemlendi. Deprem Yunanistan ve Bulgaristan'da hissedildi. Bu depremde 10 cm maksimum düzey yer değıştirme gözlenmiştir.

22 Temmuz 1967 Mudurnu-Adapazarı Depremi ( Ms=7,1; 40,67 Kuzey-30,69 Doğu): KAF'ın

#### 17 Ağustos 1999

##### Gölcük Depremi

Depremiın Büyüklüğü : mb = 6,3; Ms = 7,8; Mw = 7,4  
Enlem-Boylam : 40,709 Kuzey - 29,998 Doğu  
Odak Derinliğı (h) : 9 km  
Faylanma (Kırılma) Mekanizması (Derece olarak)  
Doğrultu Dalım Kayma Açısı  
I. Düzlem : 92 89 -177  
II. Düzlem : 2 87 -1  
Kayma Vektörü : 92  
Sismik Moment (Mo) : Minimum 1,2 x 10<sup>20</sup> Newton-Metre  
Deprem Oluş Süresi : 15 saniye  
Yüzey Kırığı : Karada gözlenen maks. 140 km  
Maks. Yanal Atım : Yaklaşık 5 metre

#### 13 Eylül 1999

##### Sapanca-Adapazarı Depremi

Depremiın Büyüklüğü : mb = 5,8; Ms = 5,8; Mw = 5,9  
Enlem-Boylam : 40,765 Kuzey - 30,072 Doğu  
Odak Derinliğı (h) : 12 km  
Faylanma (Kırılma) Mekanizması (Derece olarak)  
Doğrultu Dalım Kayma Açısı  
I. Düzlem : 260 27 162  
II. Düzlem : 6 82 64  
Kayma Vektörü : 96  
Sismik Moment (Mo) : Minimum 4,2 x 10<sup>17</sup> Newton-Metre  
Deprem Oluş Süresi : 7 saniye

#### 11 Kasım 1999

##### Sapanca-Adapazarı Depremi

Depremiın Büyüklüğü : mb = 5,5; Ms = 5,6; Mw = 5,7  
Enlem-Boylam : 40,804 Kuzey - 30,260 Doğu  
Odak Derinliğı (h) : 7 km  
Faylanma (Kırılma) Mekanizması (Derece olarak)  
Doğrultu Dalım Kayma Açısı  
I. Düzlem : 294 40 174  
II. Düzlem : 2886 50  
Sismik Moment (Mo) : Minimum 3,5 x 10<sup>17</sup> Newton-Metre

#### 12 Kasım 1999

##### Düzce Depremi

Depremiın Büyüklüğü : mb = 6,5; Ms = 7,3; Mw = 7,1  
Enlem-Boylam : 40,768 Kuzey - 31,148 Doğu  
Odak Derinliğı (h) : 14 km  
Faylanma (Kırılma) Mekanizması (Derece olarak)  
Doğrultu Dalım Kayma Açısı  
I. Düzlem : 276 59 -167  
II. Düzlem : 179 79 -32  
Sismik Moment (Mo) : Minimum 4,5 x 10<sup>19</sup> Newton-Metre  
Yüzey Kırığı : Karada gözlenen maks. 45 -- 50 km  
Maksimum Yanal Atım : 4,20 m  
(Düzce Fayı doğu ucunda)  
5,40 m  
(Düzce güneyi, Aydınpınar doğusu)  
Batı ucunda sağı-yönlü yanal atım miktarı : 3 m  
Batı ucunda eğim-yönlü düşey atım : 2,5 m  
Doğu Ucunda sağı-yönlü yanal atım miktarı : 4,2 m

## Ulusal Standart Deprem İstasyonları Ağı, Erken Uyarı Sistemi ve Deprem Bilgi Bankası

Tuncay Taymaz

Doç. Dr., İTÜ-Maden Fakültesi,  
Jeofizik Mühendisliğı Bölümü, Sismoloji Anabilim Dalı

Türkiye, Doğu Akdeniz bölgesinde sismik etkinliğinin yoğun olarak yaşandığı Alp-Himalaya dağ kuşağının oluşturduğu ve yerbilimleri açısından çok ilginç bir bölgede yer alır. Ülkemizde Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı gibi büyük ölçekli etkin faylar vardır. Anadolu ve Avrasya levhaları arasında gözlenen levha hareketlerinin büyük bir bölümü, KAF boyunca batıya doğru iletilir. Bu yüzden ülkemizin büyük bir bölümü depremle iç içe yaşamak zorundadır.

Deprem, ancak ve ancak sismoloji ve neotektonik konularında uluslararası düzeyde söz sahibi, uzmanlıkların tescil edilmiş bilimcilerimizle hükümetimizin ciddi bir diyalogıyla tartışıp incelenmesi gereken yaşamsal bir sorundur. Depremlerle bu denli iç içe yaşıyor olmamıza karşın ne yazık ki ülkemizde Ulusal Standart Deprem İstasyonları Ağı yoktur! Öte yandan deprem sismolojisi ve mühendislik sismolojisi konularında ulusal bir stratejiye acil gereksinim vardır. Bunun yanında ülkemizde hiçbir hükümet döneminde jeofizik mühendisliğine ve sismoloji araştırmalarına gereken özen gösterilmemiştir. Bir başka deyişle, Türkiye'nin gerekli donanım ve kuramsal bilgi açısından hâlâ dışa bağımlı olması akıllara sığmayacak bir sorumsuzluk örneğidir.

Modern anlamda Ulusal Standart Deprem İstasyonları Ağı ve Araştırma Merkezleri ülke çapında bir an önce kurulmalıdır. Geniş-bantlı sismometreler ve üç-bileşenli sayısal kayıt yapabilecek düzenekler seçilmelidir. Gerçek zamanda, sürekli kayıt yapabilecek ivmeölçer sistemleri kurulmalıdır. Ayrıca taşınabilir sismograf ağlarından ve GPS teknolojisinden yararlanılmalıdır. Özellikle büyük kentlerimizi tehdit eden faylar boyunca depremleri önceden haber verebilmek düzeyde standart sismograf (erken uyarı)

sistemleri öncelikli olarak kurulmalıdır. Ulusal Deprem Gözlem İstasyonları Ağı kurmak çok zor değıldir. Burada asıl sorun, hükümetlerin ilgisini çekmektir. Bugün 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Ceyhan ve 1999 Gölcük-Düzce depremlerindeki parasal kaybın belki de % 0,1'ne çok iyi bir Ulusal Standart Deprem Ağı kurulabilir. Bir başka yaklaşımla, Türkiye her deprem sonrasında onlarca trilyonluk hasara göğüs gerebilecek kadar zengin değıldir.

Ülkemizde acil gereksinim duyulan bir başka şey de sağlıklı bir Deprem Bilgi Bankası'dır. Çin, Japonya ve Amerika gibi ülkelerdeki bilgi bankaları binlerce yıl geriye giden verilere sahiptir. Depremler (özellikle yıkıcı depremler) bölgenin tektonik yapısının incelenmesi ve jeolojik evriminin ayrıntılı biçimde anlaşılmasında çok değerli veriler sunarlar. Özellikle yıkıcı depremlerin oluşum mekanizmaları, artçı depremlerin dağılımı, faylanma hareketlerinin yeryüzünde oluşturduğu kırık zonlarının haritalanması, dökümünün yapılması ve türlerinin belirlenmesi, bölgenin depremselliğinin anlaşılmasında ve ileriye dönük yatırımların tasarlanmasında çok önemli bilgiler içerir.

Özetle söylersek; öncelikle ülke çapında yüzlerce istasyon kurulmalı; jeolojik ve sismolojik etkinlik açısından sağlam zeminler üzerine kurulacak kalıcı/sürekli kayıt yapan sismograf ve ivmeölçer gözlem istasyonlarının yer alacağı ulusal standart bir ağı oluşturulmalıdır.

Her deprem sonrasında araştırma ve eğitime yönelik arazi çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalar, gezici sismograf ve ivmeölçerler aracılığıyla (artçı depremlerin dağılımının ve bölgesel salınım yoğunluğunun incelenmesi açısından) titizlikle yönlendirilmelidir. Araştırma merkezlerinin yakınında birer referans istasyon kullanıma açılmalı ve istasyon operatörlerinin eğitimi sağlanmalıdır. Kabuk deformasyonlarını ölçmeye yönelik sürekli GPS ağları kurulmalı ve SAR (Synthetic Aperture Radar) gözlemleri sü-



batı kesiminde oluşan bu depremde, 80 km uzunluğunda sağ-yönlü bir kırık zonu oluşmuştur. Kırık zonunda 190 cm sağ-yönlü yanal (doğrultu) ve 130 cm düşey (açılma) hareketler gözlenmiştir. 86 kişi ölmüş, 332 kişi yaralanmış ve 5000'den fazla konut hasar görmüştür. Uzak alan cisim dalga şekilleri kullanılarak elde edilen depremin oluşum mekanizması, odak derinliği ( $h=12$  km) ve sismik moment değeri  $M_0=7,5 \times 10^{19}$  Newton-metre arazi gözlemleriyle uyumludur (Şekil 1).

1999 Gölcük-Sapanca-Düzce depremlerinin sismolojik parametreleriyeşöyledir (Tablo 2). KAF'nın Mudurnu Vadisi ve Düzce Fayı dolayındaki davranışı çok karmaşık bir yapıya sahiptir. Buna karşın şekillerden de kolayca görülebileceği gibi, depremlerin kaynak (faylanma/kırılma) mekanizması çö-

zümleri de o denli basit ve bölgenin jeolojisi, jeomorfolojisi ve kırık sistemleriyle uyumluluk içindedir. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA), İTÜ ve ODTÜ-Jeoloji bölümleri tektonik araştırma gruplarının, arazide deprem sonrasında oluşan ve haritalanan kırıkların dağılımına ilişkin eldeki önbilgilere göre, modern sismolojik yöntemlerle (kırılma mekanizması, sismik moment ve enerji gibi) uyumluluk içindedir. Bu verilerin ışığında, ön değerlendirmeler ve sismolojik modelleme sonuçları önümüzdeki günlerde daha sağlıklı bilgiler ve sonuçlar üretecektir.

Deprem olayına farklı bir açıdan bakacak olursak, depremin büyüklüğü ve yeri deprem hasarları açısından en önemli etkenlerin başında gelir. Beklenen (olası) depremin büyüklüğünün

en az bugüne değin oluşmuş en büyük deprem kadar olacağı kabul edilirse, deprem felaketinin boyutları çok daha büyük bir önem kazanacaktır. Toplum olarak kendimizi deprem gerçeğine hazırlamalı ve geleceğimizi sağlıklı bir biçimde yeniden kuralmalıyız.

Özetle, ulusal standart deprem istasyonları açısından, zemin etüdlerine, neo-tektonik araştırmalara ve konut tipi seçimlerine kadar bir dizi araştırma-yı yeniden başlatmalıyız. Önce, sağlıklı bir veri-bankası oluşturarak, deprem olayına hazırlanmalıyız...

Tuncay Taymaz

Doç. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sismoloji Anabilim Dalı Başkanı  
Http://www.geop.itu.edu.tr/~ttaymaz

Kaynaklar

Taymaz, T. "Earthquake Source Parameters in the Eastern Mediterranean Region", *PhD Thesis*, 244pp, Darwin College-University of Cambridge, England-U.K., 1990.

Taymaz, T. ve diğ. "Active tectonics of the north and central Aegean Sea", *Geophysical Journal International*-Oxford, 106, 433-490, 1991.

rekli yapılmalıdır. Yeraltı su seviyesi, radon gazı, yerkabuğundaki eğim ve yamulma değişimleri ve yerkürenin manyetik ve jeoelektrik alanlarındaki değişimler sürekli gözlenmelidir.

Son yıllardaki depremlerde ortaya çıkan gerçeğe göre ülkemiz depreme her zaman hazırlıksız yakalanıyor. Bugün deprem bilimiyle uğraşanlar afet yorumlayıcısı durumundan çıkıp afet önleyici çabalar içine girmektedirler. Bu kapsamda, deprem zararlarının azaltılması ve depremin önceden kestirilmesine yönelik araştırmalara ışık tutacak bilimsel projelerin desteklenmesi gerekir. Bir başka deyişle zemin etüdlerinden, depremleri önceden kestirmeye, yerleşim bölgesi ve konut tipi seçimine kadar her türlü ciddi araştırma desteklenmelidir. Özellikle büyük kentlerimizi tehdit eden faylar boyunca depremleri önceden haber verebilecek düzeyde standart sismograf sistemleri öncelikli olarak kurulmalıdır.

Kısa dönemli önlemler olarak; öncelikle depremde ilkyardım hizmetlerini denetleyebilecek, insani yardımlarla birlikte bilimsel çalışmaların yönlendirilmesinde yardımcı olabilecek ve sorumluluğu taşıyabilecek bir kurumun oluşturulması için bir tasarım hazırlanmalıdır. Bunun yanında sismoloji konusunda uzman kadroların bulunacağı araştırma birimlerinin (başta üniversiteler) kurulması sağlanmalıdır. Bu araştırma merkezlerinde, modern bir donanım bulunmalı ve bu donanım gelişen teknolojiyle birlikte yenilenmelidir. Ayrıca jeolojik ve sismolojik etkinlik açısından sağlam zeminler üzerine kurulacak kalıcı/sürekli kayıt yapan sismograf ve ivme-ölçer gözlem yerlerinden oluşan standart deprem gözlem ağı kurulmalıdır. Her deprem sonrasında araştırma ve/veya eğitime yönelik arazi çalışmaları yapılmalı ve bu çalışmalar, titizlikle yönlendirilmelidir. Özellikle, hastaneler, köprüler, barajlar, tüneller vb. dayanıklılık açısından daha titizlikle göz önünde bulundurulmalı ve bunların sağlamlığından kuşku duyulmamalıdır. İnşaat şartnamelerinde, büyük tasarımı yapılar ve küçük yapılar için en az iki ayrı yönetmelik çerçevesinde binaların deprem tasarımlarını içeren şartnameler hazırlanmalıdır.

Uzun dönemli önlemler olarak da öncelikle alınan önlemler, önceki depremlerden elde edilen bilgi ve deneyimler ışığında değerlendirilmelidir. Ayrıca inşaat sektöründe çalışanların (mühendis, mimar, işçi v.b.) eğitimi sağlanmalıdır. Sismologlar ve deprem mühendisleri yetiştirilmelidir. Bunun yanında ilkokuldan başlayarak öğrenciler deprem hakkında eğitilmeli ve böylece halka deprem duyarlılığı kazandırılmalıdır. Ayrıca TV'de izlenebilecek düzeyde sismoloji ve sismologların sorunlarını ele alan bilimsel programların yapımı sağlanmalıdır (Avrupa ve Amerika'da hazırlanan benzer programların en azından 4 milyonluk bir izleyici kitlesi çektiği rapor edilmektedir).

Mühendislik sismolojisi ve bölgelendirme konularında da benzer önlemler alınmalıdır. Gerçek zamanda sürekli kayıt yapılabilecek ivme-ölçerler kurulmalı ve işletilmelidir. Tektonik bölgeler, yer hareketlerinin büyüklüğüne göre zonlara ayrılmalı ve bu tür çalışmalar için jeoloji ve taşınabilir sismograf ağlarından yararlanma yoluna gidilmelidir. Bunların yanı sıra hükümetlerin inşaat şartnamelerine uyması sağlanmalıdır. Gerekliyse politik ortamdan bağımsız bir organizasyon kurularak şartnamelere uyumluluğu kontrol edebilen bir mekanizma oluşturulmalıdır. Benzer sorunların yaşandığı ülkelerin bilim adamlarıyla işbirliğine gidilmeli ve onların önerileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Son yıllardaki teknolojiye hızlı gelişmeler, deprembilimcileri deprem zararlarının azaltılmasına yönelik yeni araştırmalara yöneltmiştir. Gerçek zamanda yapılan sismolojik gözlemlerin anında (gözlem süresince) toplanması ve uygulamaya yönelik yorumların süreç içerisinde değerlendirilmesi hızla önem kazanmaktadır. Deprem erken uyarı sistemleri olarak adlandırabileceğimiz bu yeni Gerçek Zaman Bilgi İşlem Sistemleri'nin uygulanması daha deprem anındaki enerji boşalımı sürerken, sismolojik parametrelerin anında saptanması ve erken uyarı dahil bir dizi bilginin toplanarak ilgili kurumlara hızlı, güvenli ve doğru olarak aktarılmasıdır. Böyle bir sistemi oluşturmak için aşağıdaki mümkün donanımın kurulması gerekir.

- Standart üç-bileşenli sayısal algılayıcı (sismometre) ve kayıtcı (sismograf) sistemleri.

- Toplanan verilerin gerçek zamanda iletimini sağlayacak Veri İletim Sistemi.

- Toplanan verilerin anında bilgiye çevrileceği her türlü donanım ve yazılıma sahip ve uyarı mesajları yayımlayabilecek Bilgi İşlem Kontrol Merkezi.

- Üretilen bilgilerin ilgili kurumlara iletimini sağlayacak alıcı birimle.

Bu tür sistemler Amerika, Japonya ve Meksika gibi çok sık depremlerden etkilenen ülkelerde kullanılıyor. Örneğin, Japonya'da Kobe depreminden sonra böyle bir sistem içerisinde yer alan deprem istasyonu sayısı 1000'den fazladır. Teknolojideki hızlı gelişmeye koşut olarak gelişen deprem sismolojisi, depremi tanımlayan önemli parametrelerden; depremin merkez üssü ve büyüklüğünün yanı sıra, maksimum yer ivmesi, hızı, yer değiştirme gibi aletsel gözlemlerden derlenen deprem haritalarının çok kısa sürede hazırlanarak bilgi akışını sağlayan Bilgi İşlem Kontrol Merkezi'ne iletimini kolaylaştırmıştır.

Sarsıntı haritaları, deprem hasar dağılımı ve etki alanı genişliğinin belirlenmesinin yanı sıra, ilk yardım için öncelikli alanlar hakkında yetkililere önemli bilgiler sunacaktır.

Deprem Erken Uyarı Sistemleri'yle genellikle deprem anında oluşan sismik dalgaların (P ve S) özelliklerinden (yayınım hızları, genlik farklılıkları gibi) yararlanarak, deprem anında boşalan enerjinin algılanmasıyla birlikte büyük bir yerleşim birimini 25-30 saniye önceden uyararak olasıdır.

Depremlerle iç içe yaşayan bir toplum olarak, deprem zararlarının azaltılmasına yönelik böyle bir deprem erken uyarı sistemine gereksinim olduğu açıktır. Ancak, Ulusal Standart Deprem İstasyonları Ağı ve Erken Uyarı Sistemleri yalnızca erken uyarı amacıyla hizmet etmeyecektir. Bunların yanı sıra araştırma bölgesinin depremselliğinin de daha ayrıntılı izlenmesine yönelik bulguların, sınıflandırılarak araştırmacıların kullanımına sunulup, eğitim, öğretim ve araştırmaya yönelik Deprem Bilgi Bankası'nın gelişimine de katkıda bulunacaktır.

# Bilim İşbaşında

"Deprem kader değil" bunu son aylarda öylesine duyduk ki, artık basmakalıp, klişe bir söz haline geldi. Peki binlerce kişinin ölümüne, on binlercesinin yaralanmasına neden olan bu felaketi kader olmaktan çıkaracak ne? Doğal ki, politik söylemler değil. Göz boyamaya yönelik önlemler konusunda sınanmış bir hüner de değil. Göstermelik bir iki ceza hiç değil. Zaten önceki depremlerin aksine, sorumluluğun bir iki müteahhide yıkılması yönteminin de artık fazla işe yaramadığı görüldü. Sözü uzatmaya gerek yok: Felakete, yıkıma hazırlıksız yakalanmayı kader olmaktan çıkartacak olan, elbette ki bilim. Zaten bilim, son İzmit ve Düzce depremlerinden önceki uyarılarıyla kendini kanıtladı. Daha doğrusu, ciddiye alınması gerektiğini kanıtladı. Vuracak dediği yerde vuran deprem, kırılacak denen fayın kırılması, bunların göstergesi. İki deprem ardından gözlenen yaklaşım farkı, bilimin öngörülerinin bundan böyle daha ciddiye alınacağı konusunda umutlar uyandırıyor. Aslında halkın yükselen bilinci de, bu felaketlerin öğrettiği derslerin çok kolay akıldan çıkmasına izin vermeyecek. Ancak olumsuz işaretler de yok değil. Belki de olanaksızlıkların körüklediği bir iç-güdüyle, bilimin daha da sıkıntı verici uyarılarını "abartılı bulmak", yüzyılların verdiği merkezîyetçi alışkanlıklarla toplumu "yatıştırma" çabaları, hatta bilimi de buna alet etme istekleri, uyanmaya başlayan iyimserliği baltalıyor. Oysa, kaybedecek vakit yok. Bilim, şimdiye dek görülmemiş büyüklükte bir felaketin uyarısını yapıyor. Depremin Kuzey Anadolu Fayı boyunca batıya göçünde bundan sonraki noktalar belli. "Doğu'ya" döndü, ya da "Marmara'daki fay, paramparça" ya da "İstanbul'un uzağından geçecek" demek, hele hele bunları, o fayı doğru dürüst görmeden, özelliklerini gerektiği gibi belirlemeden söylemek, doğanın vuracağı darbeyi kendi elimizle güçlendirmekle eşanlamlı. Peki, bilime saygı duymaya başladık. Ama iş bununla da bitmiyor. Nasıl bir bilim? Bilimi nasıl özgürleştirebiliriz? Kendisinden ulusça beklediğimize yanıtları verebilmesi için, bizim bilim için neler yapmamız gerekiyor? Türkiye'de bilim, Atatürk'ün verdiği kalkış hızından öteye nasıl daha da ivmelendirilebilir? Elbette ki, yalnız gündemde olan değil, kimimizin cesaretle sorduğu, kimimizinse bastırmaya çalıştığı temel bir korku: İstanbul'a ne olacak? Bilim ve Teknik Dergisi, bu soruların yanıtları için, İstanbul Teknik Üniversitesi'nden Prof. Dr. A. M. Celâl Şengör'le görüşti.

**Bilim ve Teknik-** Marmara Bölgesi'nde yaşanan son depremler konusundaki görüşlerinizi bir kez daha toparlar mısınız?

**Celâl Şengör-** Tarihsel depremsellik gösteriyor ki, İstanbul'da 8 ya da buna yakın sayıda depremler olmuştur: 1509 depremi... 1766 depremi, ona yakın büyüklükte bir depremdir. İki koca deprem. İyi belgelenmişler. Ondan önce, Bizans tarihine bakıyorsun, benzer yıkıcı depremler. Demek ki, bu tür depremler İstanbul'da tekrar ediyor. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) boyunca bakıyorsun. Bu hatta da yine 7-8 büyüklüklerinde depremler var. Bu yüzyılda doğudan batıya doğru gelmiş. En son depremlere bakıyorsun: 7,4 (Mw 7,6) ve 7,2... Dediğimiz gibi,  $10^{24}$  erg enerji açığa çıkarmış. Çok büyük bir enerji. Şimdi, geldik Marmara Denizi'nin içine. Bu  $10^{24}$  erg bir yerde boşaltmalı ki, hareket sürsün Marmara'nın içinde. Şimdi,  $10^{24}$  erg'i küçük depremlerle boşaltmak mümkün. Bunlardan 100-200 tanesi olur,  $10^{24}$  erg boşalır. Kaç civarında? 6-6,5 arası depremler olursa... Hep 6,5 büyüklüğündekiler olursa, işte 50



10 Aralık 1509, İstanbul'a ağır hasar veren büyük deprem

ile 100 arası yeter. 6 büyüklüğünde olursa 100'den fazla olması gerek gibi...

Gelgelelim, bu kadar sıklıkla bu büyüklüklerde deprem olmuyor Marmara'da. Her 13 yılda 6-6,5'lik deprem yaşamıyoruz biz burada değil mi? O halde deprem veya depremler büyük olmalı ki bu enerjiyi boşaltabilsin. Ve tarihte de büyük depremler olmuş. Demek ki o enerji, büyük bir depremle boşalmayı seçiyor. Şimdi bunu gerçekleştirecek bir yapı lazım Marmara'nın altında. Önceki çalışmalarda yapılan haritalarda bu yapı ortaya çıkmadı. Böyle küçük küçük faylar görünüyor. Yalnız, rahmetli İhsan Ketin böyle büyük doğu-batı faylar çizirdi Marmara'nın altında; biz de hep kendisinin

cehaletine verirdik bunu. İhsan Bey'in "cehaletini" izlemekten hiçbir zarar görmediğim için, 1985'te ben de öyle koskocaman bir fay çizdim. Ama nokta nokta çizdim, yani tahmini çizdim. Fakat bu deprem tarihine bakınca, İhsan Bey'in "cehaletinin" belki de iyi bir sezgiyle doğruyu bulduğu gibi bir his uyandı bizde. Bunun böyle olması gerektiğini Xavier Le Pichon

teklif etti. Dedi ki, bu kadar büyük deprem oluyorsa uzun bir fay olması lazım. Ben İstanbul'da bu kadar büyük deprem olduğunu, Xavier geldikten sonra öğrendim. Çünkü Finkel ve Ambraseys'in kitabını (The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas) okumamıştım. Ben yıllardır Orta Asya'da çalışıyorum, 93'ten beri; kitap 95'te çıkmış, hiç bakmadım bile. Kütüphanemde duruyor. Xavier geldi, akşam yatağına giderken "ver şu kitabı" dedi. Ertesi gün geldi; "Muazzam depremler olmuş" dedi. "Aman" dedi, "bunu bulmalıyız, burada koca bir yapı olması lazım". Ben de uyandım, gerçekten öyle bir yapı olması gerek diye. Prof. Naci Görür'ün toplattığı verilere bir baktık,



bunu destekleyen gözlemler bulduk. Şimdi, Görür'ün bir adım sonra yapacağı araştırma, tümüyle bu yapıyı kontrol etmeye odaklanmış. Benim kanım da, tek ve büyük bir fayın, Xavier'in de düşündüğü gibi bir seferde kırılıp, İstanbul'u şöyle 7,5-8 büyüklüğünde bir depremle şiddetle sallayacağıdır.

**Bilim ve Teknik-** Zaman?

**Celal Şengör-** Önümüzdeki 30 yıl...

**Bilim ve Teknik-** Bunu etkileyecek etken var mı? Yani bu zamanı iletecek bir veri?

**Celal Şengör-** Yok, ama şu var: 1754 depremi İzmit'te olmuş, 1766 depremiyse, 12 yıl sonra olmuş İstanbul'da. Benim iyi bildiğim tek şey bu. Böyle bir şeye dayanarak hep 10-12 yıl arası diyorum; 2-10 yıl arasında diyorum. Aslında yarın da olabilir; şu anda da olabilir.

**Bilim ve Teknik-** Son gelişmeler kamuoyuna Prof. Aykut Barka'nın haritasıyla yansıdı. Barka, haritasında İzmit'teki depremi öngördü; Düzce depremini de öngördü. Şimdi peşinden Yalova geliyor bu durumda. Tek segment kaldı, Yalova segmenti. Bunlar bilimin bu topluma somut olarak sunduğu reçete. Bilim her zaman böyle reçete sunamaz. Ama, bunlar rastlantı da değil. Bunlar bilimin gücünü kanıtıyor. Sonra, topluma da böyle yansıdı. Böylece, bilimi ve bilim adamını da bir yerlere oturttuk. Bu anlamda Barka'nın son saptamalarını, bilimin öngörüsü ve yaşananların bire bir çakışmasının örneği olarak görebilir miyiz?

**Celal Şengör-** Kişileri tek başlarına almamalıyız. Çünkü yapılan işteki modeli kuran adam biliniyor: Ross Stein. Bu ekip işi. Düşüncelerin tartışıldığı, konuşulduğu bir grup var. Bu grubun içerisinde Barka; yani Türkiye'de. Türk olmanın verdiği avantaj da, Türkiye'yi iyi tanımak. Barka, Türkiye'yi hepsinden daha iyi tanıyan bir adam. Tabii, onun sağladığı veriler sayesinde model çalıştırılabilirdi. Bu model vardı. San Andreas Fayı için kurulmuş bir modeldi. Burası için uyarlandı ve çalıştırılabilirdi.

**Bilim ve Teknik-** Ama bu bölümünü hazırlayan, sunan, uyarlayan Prof. Aykut Barka. Bütün bunları bir ekiple yapıyor herhalde.

**Celal Şengör-** Yalnız ekiple değil, kendinden önce yapılanlar da var. Da-

ha önce ölçülmüş olan, İhsan Bey'den başlayan çalışmalar da var, Kuzey Anadolu Fayı'yla. Onların hepsinin kaymağıdır bu. Dolayısıyla, büyük bir birikim var tabii.

**Bilim ve Teknik-** Bütün bu uyarılara, modellere karşın, öyle görünüyor ki, Türkiye İstanbul'daki depreme hazırlanamıyor bir türlü.

**Celal Şengör-** Hazırlanacağını da sanmıyorum. İşin en kötüsü de bu.

**Bilim ve Teknik-** Peki, nasıl hazırlanmalı, o konuda neler yapmalı?

**Celal Şengör-** Fazla bir şey yok, bilmiyorum. Onu ben de bilmiyorum, açık söyleyeyim. Benim gözümün önüne gelen, yüzde ellisi yıkılmış bir kent, Yolların bir kısmı çökmüş, havagazı, su boruları çökmüş... Bu insanları nerede yedireceksin? Nerede içireceksin? Nerede barındıracaksın? Nerede tuvaletlerini yapacaklar? Yağmaya nasıl mani olacaksın, bu büyüklükteki bir kentte; bu zenginlikte bir kentte, bunların düşünülmesi gerekli ama, ben açık söyleyeyim, bunu ayrıntılı düşünmedim, bunu düşündürecek bilgiden de yok-



1755 İstanbul depremi (Woodcut, Switzerland, 1756)

sunum. Zaten bu bilgiyi de edinmeye çalışmıyorum; bu benim işim değil. Benim işim depremin nerede, hangi büyüklükte, kabaca ne zaman olacağını duyurmaktır halka. Önlemini almak başkalarına düşüyor. Ben onu düşünmedim. Yani, söylediğim gibi. Millet ne yiyecek, ne içecek, nasıl yağmaya mani olacaksın, bunları düşünmekten başka bir şey gelmiyor aklıma. Ne yapabilirsin ki. Yani, on beş milyonluk bir kent, 7,8 büyüklüğünde bir depremle sarsılıyor, bu kentin %80'i kaçak bina, kentin içinin yaşı, neredeyse üç bin yılla dayanıyor. Kenarlarıysa dün oluşmuş. Böyle, son derece uyumsuz, hiçbir yanı bir yanını tutmayan, içinde yaşayanların kültürel anlamda en az doğu-

batı kadar birbirinden uzak olduğu... Yani böyle bir kent... Kâbus gibi görünüyor bana...

**Bilim ve Teknik-** Ama, bunun karşılığında mutlaka ve mutlaka yapılacak bir şeyler olmalı. Eminim vardır. En azından şu başlıklar söylenebilir: "Cesur adımlar atılmalı", "Konu çok iyi araştırılmalı", "Bunun adı konmalı"...

**Celal Şengör-** Bir kere olacağı kabul edilmeli, ondan sonra önlemler iyi düşünülmesi, rüşvetsiz, kayırmaz uyulanmalı; yani başka ne denebilir.

**Bilim ve Teknik-** Peki, tüm bu hazırlıkları yaptın ve deprem de böyle bir sonuç yaratmadı, bir felaket olmadı, parça parça kırıldı, küçük küçük kırıldı, yüzlerce altı şiddetinde deprem oldu ve bu basınç bitti. İki yüzyıl daha...

**Celal Şengör-** Ama yüzlerce altı büyüklüğünde deprem de zaten benzer zararı verir Marmara çevresinde.

**Bilim ve Teknik-** Bu depremdeki çalışmalar sırasında bilim adamları arasında bazı farklı görüşler çıktı. Bunları bilimsel anlamda farklılaşma olarak düşünmek doğru olur mu?..

**Celal Şengör-** Bunların bazıları bilimsel farklılıklardır; bazıları benim anlayamadığım farklılıklar, örneğin, Barka'yla ya da Görür'le anlayamadığım konular oluyor. Ama bu ya veri eksikliğinden, ya da alanlarımızın farklı olmasından kaynaklanıyor. Bu doğaldır herkes her şeyi bilemez. Ama öyle tartışmalar oluyor ki görüyoruz. Bir kere söylenilenin neye dayanılarak söylenildiği belli değil. Yani, söylenilenin veri bazı belli değil.

İkincisi, hangi mantık içinde söyleniyor. Üçüncüsü, söyleyen söylediklerini ilk defa televizyonda söylüyor. Daha önce bu konuda yapılmış bir yayın da yok. Böyle olunca da bir sansasyon şeması başlıyor.

**Bilim ve Teknik-** İTÜ'nün son zamanlarda deprem konusundaki çıkışlarını nasıl değerlendiriyorsunuz? Neden İTÜ?..

**Celal Şengör-** O büyük ölçüde İhsan Ketin'in ürünüdür. Çünkü İhsan Ketin 1970'li yılların sonundan başlamak üzere, çok nitelikli gördüğü insanları yanına toplamaya başlamıştır. Bize en son katılan Aykut Barka'dır. Bugün yalnızca depremle değil; Orta Asya'daki araştırmalarımız ses getiriyorsa,



19 Nisan 1878 tarihli İstanbul depreminde halkın yaşadığı panik (K. Koch)

Çin'de Aral Okay'ın yaptığı yüksek basınç araştırmaları ses getiriyorsa, Yücel Yılmaz'ın yaptığı Volkanolojik araştırmalar ses getiriyorsa bunların hepsinin nedeni bizim hepimizin bir çatı altında bulunup birbirimizle konuşup olanaklarımızı paylaşmamızdır. Şimdi, bu Türkiye için geliştirilebilir mi? Olması gerekli diye düşünüyorum ama bu nitelikte adamları bir araya koymak gerek. Ama sorun ücretler. Herkes, haklı olarak İstanbul'da bu parayla yaşanabilir mi diye bakıyor. Oysa Londra'da olan üniversiteler için İngiliz hükümetinin verdiği bir maliyet payı vardır. Cambridge'de insan diyelim ki "a" miktarda maaş alıyor, Londra'da o "a" a+x olur; bu ilave "x" Londra'da yaşama payıdır. Londra, herkes biliyor ki Cambridge'e göre çok daha pahalı bir yerdir. Oysa Türkiye bunun tersini yapmıştır.

**Bilim ve Teknik-** Peki, bilime nasıl varacağız? Türkiye'de bilimin geleceğine ilişkin saptamalar...

**Celal Şengör-** Yakın gelecek için çok çok kötümser olduğumu söylemem gerek. İki nedeni var. İlki, toplumun kültürel gelişmesinin giderek tutucu, hatta gerici yönde sürmesi. Bu beni ürkütüyor. İkincisi, Türkiye zenginleşiyor. Ve bu zenginleşme, bilimi yapanlara yansımıyor. Bilimi yöneten kurumlara yansımıyor. Türkiye bu kurumlardan ne kadar fazla olursa o kadar iyi olur mantığını güdüyor. Onun belirli bir yere kadar geçerliliği var. Ama belirli bir nitelik tutturulmadığı takdirde buraların medreseleşeceğini ve dolayısıyla Türkiye'ye yarardan çok zarar vermeye başlayacaklarını düşünüyorum. Bu beni çok korkutuyor. Bugün bir öğretim üyesi profesöre 900 Dolar maaş veren bir ülkede yaşıyoruz. İstanbul dün-

yanın pahalı kentleri arasında. Ve dolayısıyla, bir profesöre diyoruz ki sen İstanbul'da yaşama. Halbuki, özellikle sosyal bilimlerde zengin bir çevre isterse adam, kütüphaneleriyle, kitapçılarıyla, dünyayla olan ilişkisiyle, İstanbul'da olması lazım. Fransa'nın büyük üniversiteleri Paris'tedir. İngiltere'nin büyük üniversiteleri Londra'ya arabayla bir saat, iki saat mesafededir. Bunlar da, tarihsel bir nedenden ötürü, Londra'nın dışına atılmış kolejlerdir. Bizim de bu tür üniversitelerimiz, yani seçkin olabilecek üniversitelerimiz, mümkün olan en uygar merkezlerde bulunmalıdır. İstanbul en başta olmak üzere.

**Bilim ve Teknik-** Ama bilimin kitleleşmemesinin ciddi sonuçlarını hepimiz görmüyor muyuz?

**Celal Şengör-** Onu zaman çözecek. Biz seçkin kurumları ortaya koyup yaşatmak için çaba gösterirsek, gerisini zaman çözer.

**Bilim ve Teknik-** Peki bilimin bir de yaşayan bir yönü var. Bilim toplumdan ne kadar kopartılırsa, getireceği çözümler de o kadar acımasız olur. O halde topluma bilimi taşımanın başka yolları yok mu?

**Celal Şengör-** Bunu denemiş bir adam var Atatürk'ün dışında. Ve bir yere kadar başarılı olmuş bir adam. Bizim Deli Petro dediğimiz Büyük Petro. Rus Bilimler Akademisi'ni kurmuştur. Bu akademiye ilk Rus, ancak 75 yıl sonra seçilebilmiştir. Çok çarpıcı bir sayı. Demek ki, zamandan başka hiçbir şey yok. Bakın, Rus halkı, bugün dahi bir Orta Avrupa devleti kadar bilimle haşır neşir değildir. Çünkü, ancak 18. Yüzyıl'da, fetih devrinde yakalamıştır. Hiçbir zaman bir Orta Avrupalı gibi kendi bilimini geliştirmemiştir. Ama tabii bizim gibi de değildir Rusya. Ben

bugün Rusya'yı uygar bir Avrupa devleti sayıyorum, her şeye rağmen. Ama sonuçta, bilim olmadan yaşayamazsınız. Eğer sende bir şubesi yoksa bilimi alamıyorsun. Bilim evrensel, ama kapıya gelip duruyor. Evet, Suudi Arabistan'a girmiyor.

**Bilim ve Teknik-** Türkiye'de hâlâ çeşitli bilim dallarında çok iyi ekipler var. Her şey çok kötü değil. Ama bilim sistemini, bilim toplumunu, göz önünde tuttuğunuzda, kat edilmesi gereken bir yol var gibi...

**Celal Şengör-** Bunun nedenleri çok başka. Türkiye de bu bilim insanları büyük ölçüde üniversitede çöreklenmiş durumdadır. Üniversitenin verdiği maaş krizi var. 900 dolara eş ücret, özellikle İstanbul için çok yetersiz. Kütüphane yok, olanlar da iyi örgütlenmemiş. Doğru dürüst laboratuvar yok. Çünkü teknisyenler, üniversitelere itibar etmiyor. Nedenler hep ekonomik. Tıbbiye, ancak döner sermaye ile yaşamaktadır. Hatta vakıf üniversitelerinde de bir umut göremiyorum.

**Bilim ve Teknik-** Çözüm? Türkiye bilim dünyasına nasıl katkıda bulunabilir?

**Celal Şengör-** Seçkin üniversiteler oluşturmak lazım; bu seçkin üniversitelerde çok iyi para vereceğin, asıl görevleri araştırma yapmak ve sonuçlarını öğrencilere anlatmak olan hocalar; çok iyi kütüphaneleri, çok iyi kütüphanecilerin olduğu, araştırma merkezleriyle üniversite arası kurumlar olacak. Bu kurumların çeşitli görevleri olacak. Sözelgemi; seçkin üniversite görevi gö-reyerek seçkin öğrenci yetiştirmek. Türkiye'de katma değere dönüşecek araştırmaları yapacak Türkiye'nin olmayan kütüphane birikimini sağlayacak. Ve bunları belirli merkezlerde yaptığın takdirde o merkezler beslenecek. Mesela Ankara ve İstanbul; benim kanımcı bu iki kent dışında da bunları kurmamak gerek. Çünkü Türkiye daha fazlasını besleyemez. Bu denenmiş bir çözümdür; ve her zaman başarılı olmuştur. Dolayısıyla bunun derhal uygulamaya konması lazımdır.

**Bilim ve Teknik-** Türkiye'de bilim adına, deprem adına, İstanbul depremi adına, söylenecek başka şeyler var mı?

**Celal Şengör-** Akıl yolundan ayrılmamamız gerek. Başka hiç diyeceğim hiçbir şey yok. Onu yaptık mı, hiçbir şey olmaz bize. Akıldan daha yüce bir şey yok. Çok mühim.





# Ulusal Gözlemevi

En eski bilimlerden biridir gökbilim. İçinde yaşadığı doğanın bir parçası olan gökyüzü, varoluşundan beri insanoğlunun ilgisini çekmiştir hep. Tarihe baktığımızda, ilk düzenli gözlemler gökyüzü gözlemleridir. Bugün, ancak kent ışıklarından biraz uzaklaşıp da gökyüzüne baktığımızda, gökyüzünün ne kadar görkemli, ne kadar etkileyici olduğunun ayırdına varıyoruz. Geçmişte, ışık kirliliğinin söz konusu bile olmadığı dönemlerde, insanların ne olduklarını anlayamadıkları, tanrılarla özdeşleştirdikleri gök cisimleri karşısında etkilenmelerini doğal karşılamak gerekir.

İlk gözlemevleri, binlerce yıl önce kurulmuş. Ancak, oldukça yakın bir döneme değin gök cisimlerinin hareketlerini izleme, daha doğrusu gökyüzü gözlemleri, çıplak gözle yapılıyordu. Binlerce yıl önce kurulan ilk gözlemevleriye, taştan anıtlar biçimindeydi. Bu anıtların kalıntıları ve o zamanki gökbilimcilerin kayıtları, gökbilimin geçmişte insan yaşamında nasıl bir yer tuttuğunu bugün bile gösteriyor.

17. yüzyılda, Galileo'nun teleskopu gökyüzüne çevirmesiyle gökbilimde yeni bir süreç başladı. Gökyüzü gözlemciliği, teknolojiyle buluştu. O günden bugüne, teknolojinin gelişmesiyle birlikte, gökbilim alanında çok büyük gelişmeler kaydedildi. Günümüzün gözlemevleri eski gözlemevleriyle kar-

şılaştırıldığında her biri, uzay çağına birer göstergesi olan görkemli anıtsal yapılardır.

Gökbilim, gözlemsel verilere dayanan bir bilim dalıdır. Bu bağlamda, gökyüzü gözlemleri, gökbilimin temelini oluşturur. Bu nedenle, bilime önem veren ülkelerin kendi gözlemevleri vardır. Pek çok gökbilimcinin yetiştiği ülkemizde gözlemler, yakın zamana değin, üniversitelerdeki daha çok eğitime yönelik gözlemevleriyle sınırlıydı. Bu gözlemevlerinin çoğu, kentleşmenin de etkisiyle artık kent merkezinde ya da merkeze yakın yerlerde bulunuyor. Bu yüzden, ışık kirliliğinin olumsuz etkileri altındalar. Gökbilimcilerimiz, tüm bu olumsuz koşullara karşın, gözlemevi sahibi ülkelerin teleskoplarıyla elde edilen sınırlı verileri kullanarak uluslararası pek çok araştırmaya imza atıyorlar.

Türkiye'de gökbilim adına atılan en büyük adımlardan biri, Eylül 1997'de TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nin (TUG) resmen açılmasıyla atıldı. TUG, gökbilimcilerimizin 30 yıllık emeğinin ürünü olarak ortaya çıktı. O zamana değin, sadece üniversitelerde çalışmalarını yürüten gökbilimcilerimiz, 1979 yılında ulusal bir gözlemevi kurmak amacıyla, bir çatı altında, TÜBİTAK'ta buluştular. Bu tarihte, ulusal gözlemevinin ön çalışmalarını başlatmak üzere, "Uzay Bilimleri Araştırma Ünitesi" adında bir birim kuruldu.

Daha sonra, 1983'te, TÜBİTAK'a bağlı bir güdümlü proje oluşturuldu. "Ulusal Gözlemevi Projesi" adlı bu projeye üniversiteler de etkin olarak katıldı. Çeşitli üniversitelerden seçilen yedi araştırmacı, projenin yürütücülüğünü üstlendi ve uzun yıllar sürececek olan yer seçimi çalışmaları başladı.

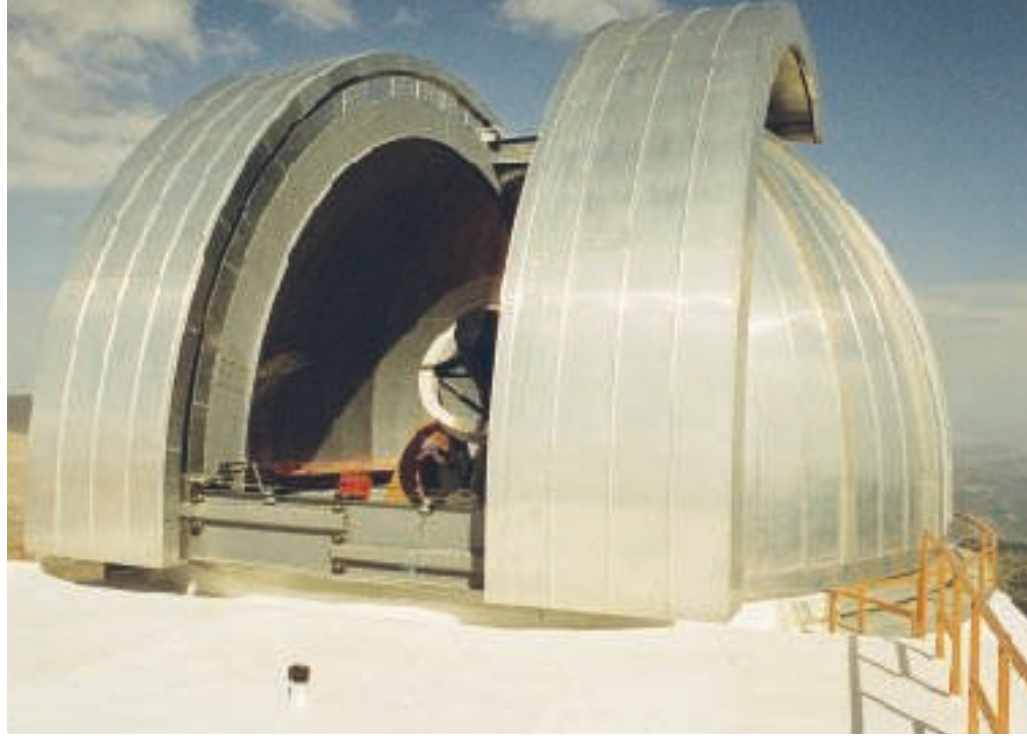
Daha önce benzer bir çalışma yapılmadığından, yer seçimi çalışmaları zahmetli bir çalışma oldu. Projeye katılan gökbilimciler, gökbilim üzerine uzman olsalar da dağcılık konusunda pek de deneyimleri yoktu. Bu yüzden, yılın büyük bölümü karlarla kaplı 2000 – 2500 metre yüksekliklerdeki dağlarda ölçümler yapmak zaman zaman zor anlar yaşatmıştı onlara.

Bir gözlemevi için yer seçimi yapılırken, pek çok etken göz önünde bulundurulur. Bir teleskopla gözlenecek gök cisimleri arasındaki en önemli engel yer atmosferidir. Bu sorunu aşmanın en iyi yolu, kuşkusuz, atmosferin üzerine çıkmaktır. Hubble Uzay Teleskopu, bunun tek örneğidir. Hubble, sadece 2,5 metre çapında olmasına karşılık, yeryüzündeki en büyük teleskoplardan daha iyi "görür". Ancak, uzağa teleskop göndermek çok zor ve pahalıdır. Bu nedenle, şimdilik teleskoplarımızı yeryüzüne kurmak durumundayız. Bunun için de, gözlemevini kurarken atmosferin olumsuz etkilerinden olabildiğince az etkileneyeceği bir yer seçmek gerekir. Peki bu yer nasıl

seçilir? İlk akla gelebilecek çözüm, olabildiğince yükseğe çıkmaktır. Dünyanın sayılı teleskoplarına baktığımızda, hep yüksek tepelere kurulmuş olduklarını görüyoruz. Büyük teleskopların bulunduğu gözlemevleri için en çok tercih edilen yerlerin başında Kanarya Adaları ve Hawaii Adaları geliyor. Bu adalardaki gözlemevlerinin yükseklikleri 3000 – 4000 metreler arasında.

Bir gözlemevinin kurulacağı yükseklik seçilirken, atmosferin "sıcaklık dönüşüm katmanı" diye adlandırılan katmanın yüksekliği de göz önünde bulundurulur. Bu tabakanın üzerine çıkıldığında, atmosfer, gökyüzü gözlemleri için oldukça temizdir. Ne kadar yükseğe çıkılırsa, atmosfer o kadar inceler; ancak, bu sefer de insan yaşamı için olumsuz etkiler başlar. Türkiye için, bu katman 1500 – 2000 metreler arasında değişiyor. Bu nedenle, kurulacak gözlemevi, en azından 2000 metre yüksekte olmalıydı.

Güdümlü proje kapsamında yürütülen çalışmalarda, meteoroloji verilerine de bakılarak, Güneybatı ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nin pek çok yönden gözlemevi kurulabilecek uygun koşullara sahip olduğu belirlendi. Bu bölgelerde, dört uygun dağ seçildi. Bunlar, Muğla'da Kudubaşı Tepesi (1612 m), Ödemiş'te Bozdağ (2159 m), Antalya'da Bakırlıtepe (2547 m) ve Adıyaman'da Nemrut Dağı (2206 m). Seçilen bu dağlarda, gerek gözlem kalitesini, gerekse meteorolojik koşulları belirlemek için iki gözlem mevsimi gözlem yapıldı. Sonuç olarak, Bakırlıtepe'nin hemen her yönü-



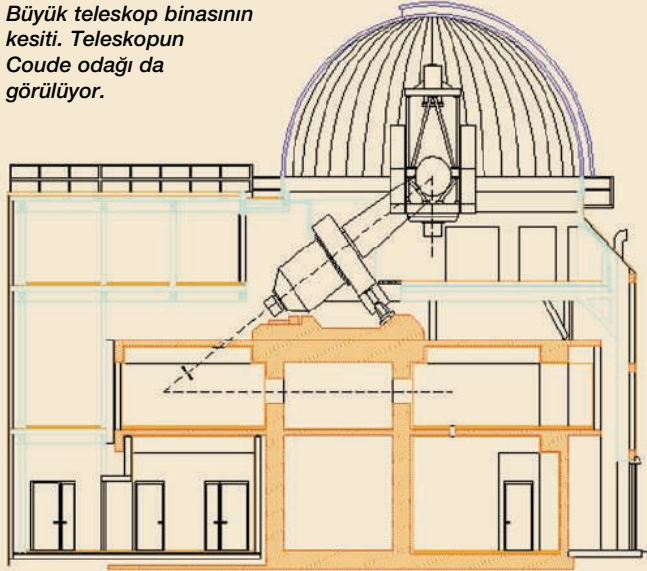
le ötekilerden üstün olduğu belirlendi. Bakırlıtepe'de yapılan çalışmalar da buranın gökbilimsel görüş, açık ve nitelikli gece sayısı gibi gözlemevi yerinin niteliğini belirleyen etkenler saptandı. Belirlenen bu özellikler, Bakırlıtepe'nin, benzerleri arasında, dünyanın en iyi gözlemevi yerlerinden biri olduğunu ortaya koydu. Üstün gözlem ve meteoroloji koşullarına sahip olmanın yanında, Bakırlıtepe'nin fazla emek ve para harcamadan ulaşımı sağlanabilecek, yakınında elektrik ve su bulunan bir yer olması da büyük bir üstünlüktü.

Yer seçiminin ardından, buraya kurulacak gözlemevlerine yerleştirilecek teleskopların bulunması gerekiyordu. Bakırlıtepe'nin özelliklerinin Dünya'ya duyurulmasının ardından, yurtdışından olumlu tepkiler gelmeye başladı. Buradaki ideal koşullarda çalış-

mak isteyen ülkeler, gözlem zamanı karşılığı teleskoplarının buraya kurulmasını istediler. Gelen önerilerden ikisi kabul edildi. Bunlardan birisi, Utrecht Üniversitesi'nin (Hollanda) %20 gözlem zamanı karşılığı teklif ettiği 40 cm çaplı; diğeryse, Kazan Üniversitesi'nin (Rusya) %60 gözlem zamanı karşılığı teklif ettiği 150 cm çaplı teleskop.

Gözlem zamanı karşılığı alınan teleskoplara gösterilebilecek en iyi örneğe İspanya'nın Kanarya Adaları'na kurduğu teleskoplardır. Kanarya Adaları'nda, çeşitli Avrupa ülkelerinin 10 kadar teleskopu var. Bunlardan beşinin ayna çapı 2 metrenin üzerinde. İspanya, bu gözlemevleri sayesinde, çok iyi deneyim kazandı. Bu deneyim sayesinde İspanya, dünyanın en büyük teleskoplarından biri olacak 10 metre ayna çaplı bir teleskopun yapımına

**Büyük teleskop binasının kesiti. Teleskopun Coude odağı da görülmüyor.**





başladı. Türkiye’de, Bakırlitepe’de kurulan ve daha sonra kurulabilecek teleskoplarla, gözlemsel gökbilim alanında dünyanın ileride gelen ülkeleri arasında yerini alma şansını elde etmiş oldu. Artık, her türlü gökcismine ait veriler buradan, Bakırlitepe’den alınabilecek.

Her iki teleskop da Türkiye’ye, Akdeniz Üniversitesi’ne getirildikten sonra, sıra teleskopların yerleştirileceği binaların yapımına geldi. 40 cm çaplı teleskop, küçük gözlemevi binasının bitişinin ardından, Eylül 1996’da yerine monte edildi ve ilk gözlemini 17/18 Ocak 1997 gecesi yaptı. Bu ilk gözlemin, bilimsel değeri az olmakla birlikte, TUG’da alınan ilk ışık olması bakımından tarihsel bir önemi vardır. Bir gözlemevi kurulduktan sonra, en önemli an kuşkusuz, teleskoptan ilk ışığın alındığı andır. Bu tarih, TUG’un ilk gözlemini yaptığı tarih olarak anılacak. Bu gözlem sırasında, W UMa olarak adlandırılan ünlü bir çift yıldızın ışık eğrisi ve ayrıca, Bakırlitepe’nin üzerindeki atmosfer katmanının sönmüleme katsayıları elde edildi. (Yer atmosferi, yıldızın ışığının bir bölümünü soğurur, yani yıldızı bir miktar sönmükleştirir. Bunun büyüklüğü, gözlem yeri üzerindeki atmosferin kalınlığına bağlıdır. Yıldızın başucunda yani gözlemcinin tam tepesinde ölçülen parlaklığıyla, yer atmosferinin dışına çıkılarak ölçüldüğü varsayılan parlaklığı arasındaki oransal farka sönmüleme katsayısı denir.) Işığın farklı renklerinde yapılan ölçümlerde, Bakırlitepe’nin sönmüleme katsayısı çok düşük çıktı. Bu ilk gözlem, TUG’un üstün gözlem koşullarına sahip bir gözlemevi olduğunu bir kez daha gösterdi.

150 cm çaplı büyük teleskop 1995’te Rusya’dan getirildi. Bu teleskopun yerleştirildiği gözlemevi binasının yapımına 1996 yılında başlandı ve inşaat 1997’de tamamlandı. 5 Eylül 1997’de Cumhurbaşkanı ve Başbakan’ın da katıldığı bir törenle gözlemevinin açılışı resmen yapıldı. Açılış yapıldığında, aynaları dışında, teleskopun bütün parçaları yerine takılmıştı.

Teleskopun aynaları, açılıştan sonra yerlerine yerleştirildi. Teknik gecikmeler nedeniyle, 150 cm çaplı aynanın yerine yerleştirilmesi, 1998 yılının sonuna doğru tamamlanabildi. Aynanın yerleştirildiği sırada, birtakım kaba



**TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi’ndeki büyük teleskop. Bu teleskop, 150 cm çaplı aynaya sahip.**

ayarlar da yapıldı. Ancak, teleskopun kullanıma hazır olabilmesi için, çok daha hassas ölçüm aletleriyle çalışılması gerekiyordu.

Daha ince ayarları yapmak üzere, Rus ekip 20 Temmuz-4 Ağustos 1999 tarihleri arasında yeniden TUG’a geldi. Çoğunlukla görsel yöntemler kullanılarak aynaların optik eksenlerinin paralelliği sağlanmaya çalışıldı. Ancak, bu yeterli olmadı; çünkü ölçümlerin, görsel yöntemler yanında, birtakım duyarlı ölçüm aletleriyle yapılması gerekiyordu. Büyük teleskoptan ilk ışık 30 Temmuz 1999’da, Rus ekip TUG’dayken alındı. Bakılan ilk gökcismi Venüs oldu.

İnce ayarlar yapıldıktan ve ekip TUG’dan ayrıldıktan sonra, teleskopun optik ayarları denendi. Teleskopun optik ve mekanik kalitesini değerlendirebilmek için, CCD kamerayla birtakım nova, yıldız kümeleri ve yıldızların görüntüleri alındı. Bu denemelerde, optik kalitenin yeterince sağlanamamış olduğu, kutup ayarında da bir miktar kayma olduğu saptandı. Optik kaliteyi düzeltmek, kutup ayarını yapmak için, sayısal yöntemlerin kullanılması gerekiyordu. Bu ölçümleri geciktirmemek için, optik ayarlardaki hataları saptayabilecek Hartmann maskesi, ODTÜ Fizik Bölümü’nde yapıldı. Hartmann maskesi, üzerinde delikler bulunan bir plakadan oluşuyor. Bu plaka, teleskopun önüne yerleştiriliyor ve yıldızın bu deliklerden geçen ışığından elde edilen görüntü,



aynadan kaynaklanan hataların (astigmatizm gibi) saptanabilmesine olanak tanıyor.

Hartmann maskesi, basit bir parça gibi görünmesine karşılık, yapılması büyük özen gerektiriyor. Çünkü, delik çapları ve deliklerin arasındaki uzaklıkların çok iyi hesaplanması ve plakanın ona göre yapılması gerekiyor. Hartmann maskesi kullanılarak oluşturulan görüntü ve bilgisayar programları yardımıyla hataların nerede olduğu saptanıyor ve ona göre tanı konuluyor. Tanı, TUG’un teknik personeline koyulabiliyor. Ancak, gerekli düzeltmeleri teleskopa uygulamak Rusların görevi; çünkü, teleskopun sorumluluğu onların üzerinde.

İnce ayarlamalar, tayfölçer Rusya’dan geldiğinde yapılacak. Öncelikle istenen, Cassegrain odağındaki sorunların giderilmesi. Bu gerçekleştirildiğinde, TUG’a ait olan CCD kamerayla gözlemlere başlanabilecek. Ayarlar bitirilirse, önümüzdeki haftalarda deneme gözlemlerine başlanabilecek. Coude tayfölçeri, büyük olasılıkla önümüzdeki yıl içinde TUG’da olacak. Bu da o zamana değin, Coude odağının kullanılamayacağı anlamına geliyor. Bu nedenle, Cassegrain odağının hazır olması önemli. En azından bu odakta gözlemler yapılabilir. Cassegrain teleskoplar, temelde üç optik parçadan oluşur. Birinci ayna, objektif görevi gören (yani ışığı toplayan ve ikinci aynaya yansıtan) içbükey parabolik bir aynadır. İkinci ayna, genellikle



le küresel, dışbükey ve küçük bir aynadır. Üçüncü parçaysa, göz merceği ya da onun yerine görüntü oluşturacak CCD kamera, fotoğraf makinesi ya da ölçüm yapacak, ışıkölçer ya da tayfölçer gibi aygıtlar olabilir. Yani, Cassegrain odağı kullanılırken, gözlemede kullanılacak aygıtlar doğrudan teleskopa bağlanır. Coude odağıysa, genellikle gözlemevlerindeki büyük teleskoplarda kullanılır. Coude odaklı teleskoplarda, görüntü, teleskoptan uzak bir yerde, örneğin, gözlemevinde bir odada odaklanır. Teleskopun kutup eksenine yerleştirilen bir ayna sayesinde, görüntü, teleskopun hareketinden bağımsız olarak, belirli bir yerde odaklanabilir. Böylece, teleskop, üzerine bağlanamayacak kadar ağır, sabit durması gereken aygıtlarla birlikte kullanılabilir.

TUG'da gözlemler, belli bir program çerçevesinde yapılabilir. Gözlemede gözlem yapmak isteyenlerin, bu isteklerini her bir gözlem döneminden en az 1,5 ay önce iletmeleri gerekiyor. Projeler için yıl ikiye bölündü. Birinci dönem, 1 ocak - 30 haziran; ikinci dönemse 1 temmuz - 31 aralık tarihleri arasında kapsıyor. Gözlem programı henüz hazır değil. Bunun için, öncelikle teleskopun kullanıma ne zaman hazır olacağının bilinmesi gerekiyor. Öneriler, TUG'un akademik kurulunda değerlendirilecek; uygun görülen projeler programa yerleştirilecek.

Teleskopun %60 gözlem zamanına sahip olan Ruslar, çoğunlukla tayf ölçümü yapmak istiyorlar. Bu nedenle,

Coude odağını kullanacaklar. Yıldızlardaki atomların tayf çizgilerini, metal bolluğunu çalışmak istiyorlar. Türkiye'deki gökbilimcilerse, daha çok Cassegrain odağında çalışacaklar. Bu odak için de ayrı bir tayfölçer gerekiyor.

Teleskopa bağlanacak CCD kameralarla, 19-20 kadir (çıplak gözün görebildiğinden yaklaşık 400 000 kez sönük) parlaklıkları görmek mümkün olacak. Böylece, gökadalara yüzey ışık ölçümü ve gökada kümelerindeki değişken yıldızların (parlaklığı periyodik olarak değişen yıldızlar) ışık ölçümü yapabilecek. Işık ölçümü, Türkiye'de en çok çalışılan dal. Daha önce böyle bir olanak olmadığından, tayfölçümü Türkiye'de yapılamıyordu; veriler yabancı ülkelere alınıyordu. Şimdi, gökbilimcilerimizin amaçlarından birisi Coude odağında da tayfölçümü yapmak. Tayfölçümü deneyimi kazandıktan sonra, kendi tayfölçerimi-



zi de yapabiliriz. Ancak, bu büyük bir yatırım gerektiriyor. Her şeyden önce bir optik laboratuvarı gerekiyor. Rusya'daki tayfölçerleri, 6 metre ayna çaplı bir teleskopun bulunduğu Özel Astrofizik Gözlemevi'nde Azeri bir optikçi yapıyor.

Rusya'dan gelecek Coude spektrometresi, dört kanallı fotometre ve Türkiye'deki CCD kamera gözlem yapan ülkelere ortak kullanılacak. Ayrıca, gözlemevinde çalışacaklar kendi aygıtlarını getirip teleskopa bağlayabilecekler.

30 yıl önce, 1,5 metrelik bir teleskop pek çok gökcismini gözlemek için yeterli olmayabilirdi. Ancak son yıllarda, geliştirilen üstün görüntü algılayıcıları sayesinde, daha küçük teleskoplarla daha büyük işler yapılabilir. Daha 1920'li yıllarda, Evren'in genişlemekte olduğu 2,5 metrelik bir teleskopla keşfedilmişti. O zamanlar kullanılan algılayıcılar, fotoğraf filmleriydi. 1,5 metrelik teleskop şimdiki alıcılarda birlikte kullanıldığında, o zamanın belki de 4-5 metrelik teleskopuna denk.

Rusların teleskopu, batı ülkelerinde yapılan aynı çaplı teleskoplara oranla biraz hantal sayılabilir; ancak, optik niteliği bakımından çok iyi. Elektronik sistemi biraz eski teknolojiye dayanıyor. TUG'un bütün hazırlıklar bittikten sonraki sonraki amacı, teleskopu tümüyle bilgisayar donanımlı duruma getirmek. Şu anda, teleskopun tüm denetimleri bir kumanda panelinden yapılabilir. Gelecekte, teleskop tümüyle bilgisayar denetimli hale getirildikten sonra, teleskopun uzaktan, İnternet yoluyla kontrolünün sağlanması da mümkün olacak.

Bakırtepe'de yeni teleskoplar için de yer var. 3-4 metrelik en azından iki teleskop daha kurulabilir. Ancak, şimdilik bir düşünce ya da öneri yok. Bazı ülkeler, eski teleskoplarını devredebiliyor. Büyük teleskop tümüyle çalışır hale geldikten sonra bu öneriler değerlendirilebilecek.

TUG'daki büyük teleskopun kullanılmaya başlamasıyla birlikte, geçmişte de uluslararası pek çok başarıya imza atmış gökbilimcilerimiz, daha büyük başarılar elde edecekler. Üstelik bunu, kendi gözlemevlerinden yaptıkları gözlemlerle sağlayacaklar.

Alp Akoğlu



# Yitirilen Gökyüzü



Dünya'daki yaşamın kaynağı olan Güneş, gökadamız Samanyolu'ndaki yüz milyarlarca yıldızdan biridir. Gök bilimciler, evrende Samanyolu gibi yüz milyar dolayında gökada olduğunu düşünüyorlar. Bu düşüncenin geçmişi çok eskilere uzanmıyor. 19. yüzyılın başlarında birçok gökbilimcinin benimsediği "gökadalarla dolu bir evren" düşüncesi, ancak bu yüzyılın başında kanıtlanabildi. Gök bilimde çok önemli bir yeri olan bu buluşu Edwin Hubble yaptı. Hubble buluşunu, Los Angeles yakınlarındaki Mt. Wilson Gözlemevi'ndeki 2,5 m çaplı optik teleskopla yaptığı gözlemler sayesinde 1923'te gerçekleştirdi.

Gökadalar günümüz evrenbiliminin (kozmoloji) önemli ilgi alanlarından biri. Bugün gökbilimde birçok ilerleme, çok uzaklardaki bu sönük gökcisimlerinin gözlemlenmesine bağlı. Ne var ki günümüz gökbilimcilerinin önünde, bir kuşak önceliklerin karşı karşıya olmadıkları yeni bir sorun var: Artan kent ışıklarının oluşturduğu kirlenme! Bu ışık kirliliği kentlerin yakınlarında yer alan gözlemlerinde gökbilim gözlemlerinin yapılmasını giderek zorlaştırıyor.

Gökbilim gözlemlerinin, tıpkı Dünya'nın çevresinde dolanan Hubble Uzay Teleskopu'nda (HUT) olduğu gibi uzaydan yapılması, kuşkusuz bu sorunu tümüyle ortadan kaldıracak. Ama HUT'un maliyeti bir milyar dolar dolayında; oysa yeryüzündeki gözlemleriyse çok daha ucuza mal oluyor. Bu nedenle daha uzun yıllar boyunca, temel gökbilim gözlemleri, yerdeki küçüküklü büyüklü teleskoplarla yürütülmek zorunda. Bu bir yana yaklaşık 40 yıldır kullanılan uzaydan gözlem yöntemleri göstermiştir ki yeryüzündeki teleskoplar uzaydakilerin eksiklerini tamamlamak açısından da gereklidir.

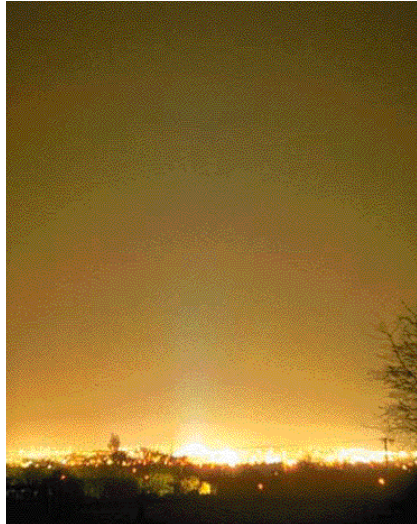
Kentlerin yakınlarında yer alan ve ışık kirliliğinden etkilenen gözlemlerleri ilk kurulduklarında kentlerin onlarca kilometre uzağındaydılar. Ama son 50 yıl içinde kentler hızla büyüyecek her geçen gün gözlemlerine yakınlaştı. Kent ışıklarının gökyüzünde geceleri oluşturduğu parlaklık da gözlemleri olumsuz etkilemeye başladı.

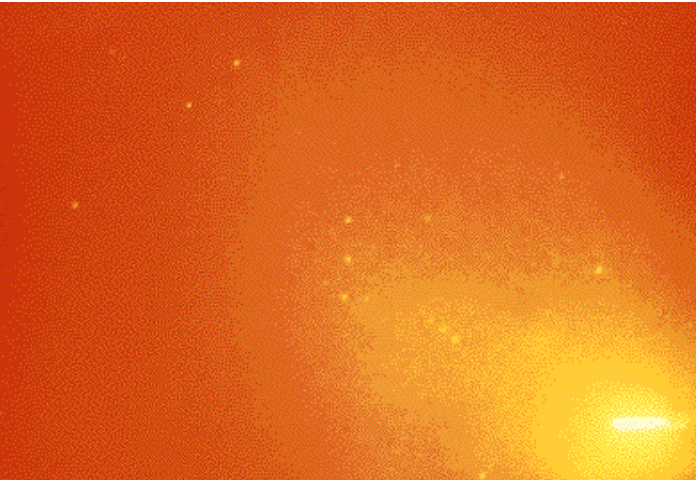
Bu duruma en güzel örnek Edwin Hubble'ın gözlemlerini yaptığı Mt. Wilson Gözlemevi. Los Angeles ve çevresinin son yıllarda yarattığı ışık kirliliği buradaki gökbilim çalışmalarını öylesine sınırlamış ki gözleminde artık ilk kurulduğu dönemdekini ancak % 10'u kadar gözlem yapılabilir.

Işık kirliliğinden etkilenen gözlemlerlerinden bir başkası da Greenwich'teki Kraliyet Gözlemevi. Daha 1950'li yıllarda, Londra'nın yarattığı ışık kirliliği yüzünden Kraliyet Gözlemevi'nde yapılan gözlemler olumsuz etkilenmeye başladı. Bunun üzerine gözleminin daha temiz bir gökyüzüne sahip başka bir yere taşınması kararlaştırıldı. En uygun yerin, güneydeki Sussex kıyıları olduğu ortaya çıktı ve gözlemevi oraya taşındı. Ama bir süre sonra bunun geçici bir çözüm ol-

duğu anlaşıldı. Çünkü İngiltere'de kentlerdeki ışık kirliliği çok hızla artıyordu. Otuz yıl sonra, 1989'da Kraliyet Gözlemevi bu kez de binlerce kilometre öteye taşınmak zorunda kaldı: Kanarya Adaları'ndan biri olan La Palma'ya.

Kanarya Adaları İspanya'ya bağlı. Adalarda yalnızca İngiltere'nin değil İtalya, Finlandiya, Norveç, İsveç ve Almanya'nın da gözlemleri bulunuyor. Bu ülkelerin gözlemlerini kurmak için Kanarya Adaları'nı seçmesinin önemli bir nedeni, adalardaki ışık kirliliğinin yok denecek kadar az olması. Kaldı ki İspanyollar da bu konuyu ciddiye alıyorlar. Kısa bir süre önce La Palma'da gökyüzünü ışık kirliliğinden koruyacak yeni bir yasa çıkarıldı. Bu yasa uyarınca kentin sokak aydınlatmasında öyle köklü değişiklikler yapıldı ki aydınlatma sisteminin neredeyse tümüyle yeniden yapıldığı söylenebilir. Yeni sistemde, özel tasarlanmış armatürler ve lambalar kullanıldı. Böylece sokak lambalarından çıkan ışık yalnızca aydınlatılması gereken alanları aydınlatıyor. Bu sayede aşırı aydınlatmaya, sokak ışıklarının doğrudan göze gelmesine, lambalardan çıkan ışınların gökyüzüne giderek hem ışık kirliliği yaratmasına hem de enerji kaybına yol açmasına son verildi. La Palma'lılar artık her türlü dış aydınlatma işlerinde belediyeye danışmak zorundalar. Bundan sonra kimse kafasına göre dış aydınlatma yapamayacak. Böylece hem çok daha sade, estetik ve güvenli bir aydınlatma gerçekleştirilmiş oldu hem de ciddi bir enerji tasarrufu yapıldı. Gökbilim gözlemleri de çok daha temiz bir gökyüzünde yapılır oldu. Bu yolla Kanarya Adaları, gökbilimciler için bir cennet haline geldi. Ama şunun farkına varmak gerek ki bugün için artan ışık kirliliği artık yalnızca profesyonel ya da amatör gökbi-





*Perdesiz armatür kullanılan bir sokak lambasının oluşturduğu parlaklık yüzünden, gökyüzünün görkemli takımyıldızlarından Orion bile çok zor seçiliyor (solda). Aynı direkte perdelenmiş bir armatür kullanıldığında (sağda) gereken aydınlatmanın yine sağlandığını görüyoruz. Buna ek olarak ışık kirliliği de ortadan kalkıyor.*

limcilerin sorunu değil; büyük kentlerde yaşayan herkesin sorunu.

## Kaybolan Yıldızlar

17 Ağustos depreminde gecenin karanlığında kendilerini sokağa atarak, yaşadıkları olayın şokunu daha üzerlerinden atamadan başka bir şaşırtıcı olayla karşılaştılar; kapkaranlık bir gökyüzünde binlerce yıldız ışıltı ışıltı parlıyordu. Sokağa dökülenlerin büyük bir bölümü, özellikle gençler, yaşamalarında belki de ilk kez böylesine büyüleyici bir gökyüzüyle karşılaştılar. Hiçbir gece bu kadar çok ve parlak yıldız görmemişlerdi. Gökyüzü sanki yaklaşmıştı. Nereden çıkmıştı bu yıldızlar? Yoksa depremle bir ilişkisi mi vardı bu olayın?

Evet, depremin bu olayla doğrudan olmasa da dolaylı bir ilişkisi vardı. Gerçekte o gece de yıldızlar binlerce yıldır olduğu gibi aynı yerlerinde duruyor ve her zamanki şiddetleriyle parlıyorlardı. Ama yaklaşık otuz yıldır hızla büyüyen kentlerin kötü tasarlanmış

dış aydınlatmaları; neonlar, ışıklı reklam panoları, yanlış doğrultulan sokak lambaları, projektörler, gereksiz ve aşırı aydınlatma kentlerin üzerindeki gökyüzü parlaklığının giderek artmasına yol açmıştı. Bu da parlak yıldızlar dışındaki yıldızların çıplak gözle görülmesini engelliyordu. Deprem yüzünden bütün kentin elektrikleri kesilip ışık kirliliğine yol açan tüm kaynaklar ortadan kalkınca (kent bütünüyle karanlığa gömülünce) gökyüzünün yıllardır unutulmuş eşsiz güzelliği bir anda ortaya çıkıverdi. Bu da doğal olarak hemen herkesi şaşırttı.

Normal olarak, ışık kirliliğinin hiç olmadığı bir yerde, bulutsuz ve mehtapsız bir gecede insan çıplak gözle 5-6 bin yıldız görür. Yıldızlar öylesine çoktur ki takımyıldızları belirlemek bile zorlaşır. Samanyolu bir dizi bulutu andırarak denli belirgin olur ve ufuktan ufuka uzanır. Binlerce yıldızın ve Samanyolu'nun ışığı ortalığı hafifçe aydınlatır, hatta gölge oluşturur.

Aslında bu manzara orta yaşın üzerindekiyle hiç de yabancı gelmeyecektir. Bundan çok değil, otuz yıl kadar önce, geceleri gökyüzü büyük kentlerde bile böylesine güzel ve etkileyici olurdu. Ne var ki günümüzde Ankara, İstanbul ve İzmir gibi büyük

kentlerin merkezlerinden görülen yıldızların sayısı iki elin parmaklarını geçmiyor artık.

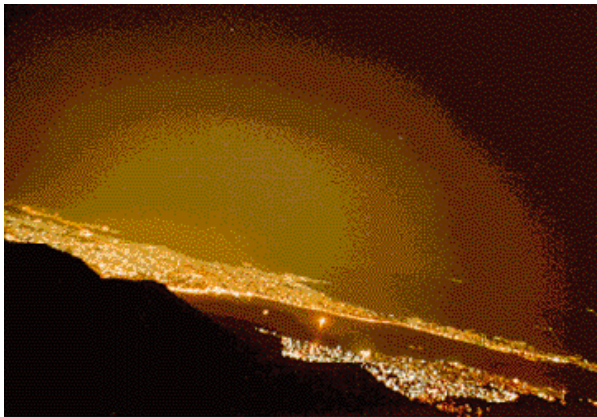
İnsanlık tarihinde ilk kez yaşanan bu üzücü durum dünyada son elli yılda ortaya çıktı. Büyük kentlerde yaşayanlar yıldızların gökyüzünde yavaş yavaş kayboluşuna tanık oldular. Özellikle gelişmiş ülkelerde daha önce başlayan bu süreç çok hızlı ilerledi. Günümüzde büyük kentlerde yaşayan çocuklar neredeyse yıldızsız bir gökyüzü altında büyüyorlar. Birçoğu, Samanyolu'nu hiç göremeden yetişkin olacak belki de.

Peki ışık kirliliği kentleşmenin kaçınılmaz bir sonucu mu? Yoksa artık geri dönüşü olmayan bir yola mı girildi?

## Geri Dönüş

Işık kirliliği tanımının kapsamı biraz geniş; ışığın istenmeyen ya da gerekmeyen yerleri aydınlatması, gözün normal algılama düzeyini aşip görme yetisini bozması ve nesnelerin görünürlüğünün kaybolması; ışığın bir bölümünün doğrudan gökyüzüne gitmesi, belli bir aydınlatma için gereğinden fazla ışık kullanılması. Daha kısa bir tanımla, yanlış yerde, yanlış yönde, yanlış zamanda ve yanlış miktarda ışık kullanılmasıdır ışık kirliliği. Doğru bir dış aydınlatma yapıldığında ışık kirliliği ortaya çıkmaz; yani kentleşmenin kaçınılmaz bir sonucu değildir.

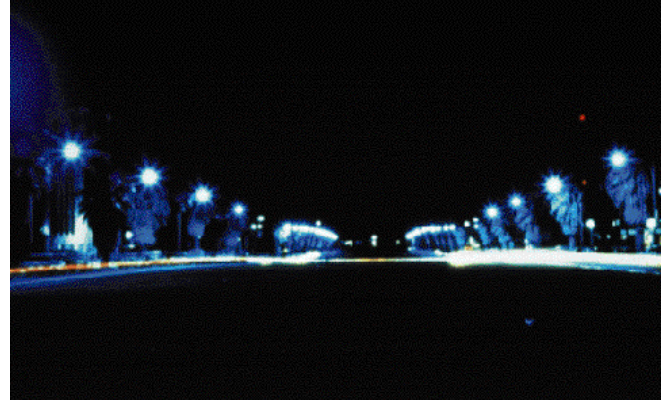
Işık kirliliği bütün dünyada bir çevre sorunu olarak uzun süre görmezlikten gelindi. Gerçekten de ilk bakışta pek öyle ciddi bir sorun gibi gözüküyor. Eğer söz konusu olan yalnızca yanlış yönlendirilmiş birkaç sokak lambası, kötü aydınlatılan üç-beş reklam panosu ya da özensiz tasarlanmış



*Avrupa'nın gece çekilen bu fotoğrafında büyük kentlerdeki ışık kirliliğinin boyutları görülüyor (yanda). Üstteki fotoğraftaysa İzmir'in üzerindeki parlaklık görülüyor.*







**Tucson'da bir sokak aydınlatmasının yasa çıkmadan önceki (solda) ve sonraki (sağda) durumu. Soldaki fotoğrafta aydınlatılması gereken alanlar gereğinden fazla ışık kullanılarak aydınlatıldığından ortamda gözü rahatsız eden bir parlaklık görülüyor. Sağdaki fotoğraftaysa aydınlatma yine gereği gibi yapılıyor ama ışık kirliliği artık ortadan kalkmış.**

birkaç bina dış aydınlatması olsaydı gerçekten de önemli bir ekonomik kayıp ve ışık kirliliğinden söz edilemezdi. Ne var ki büyük kentlerdeki on binlerce sokak lambası, yüzlerce ışıklı tabela ve projektör söz konusu olunca iş değişiyor. Kötü aydınlatmanın yol açtığı enerji kaybı (doğrudan ya da yerden yansıyarak boş yere uzaya giden ışıklar) şaşırtıcı boyutlara ulaşıyor. Yapılan bir araştırmaya göre kötü aydınlatmadan dolayı ABD'de her yıl 1-1,5 milyar dolarlık bir enerji kaybı ortaya çıkıyor. Bu maddi kaybın yanı sıra bozulan estetiği ve kaybolan gökyü-

zü görüntüsünü de göz ardı etmemek gerek.

Herhangi bir büyük kentin merkezinde gece yapılan kısa bir yürüyüşte kötü tasarlanmış birçok dış aydınlatma örneğine rastlanabilir. Nedense güçlü bir ışığın iyi aydınlatıldığına ilişkin yanlış bir inanış vardır. Bu yüzden gereğinden güçlü lambalar kullanılır. Bu da aydınlatılan bölgede göz kamaştırıcı bir parlaklığın oluşmasına yol açarak o bölgenin net olarak görülmesinin önüne geçer. Bu güçlü lambalar çoğunlukla perdelenmemiş ve yanlış yönlendirilmiştir. Perdesiz armatürler-

den çıkan ışık, aydınlatılması düşünülen bölgeden çok daha geniş bir alanı gereksiz yere aydınlatır. Yanlış açıyla yönlendirilen ışık kaynaklarıysa çok uzaklardan bile gözü alır. Özellikle yol aydınlatmalarında bu durum sürücülerin işini güçleştirir. Estetik olduğu düşüncesiyle birçok park, otel ve kamu binasının çevresi küresel lambalarla aydınlatılır. Küresel lambanın üst kısmından yayılan ışık doğrudan uzaya gider. Reklam panolarınınnsa çoğu aşağıdan yukarıya doğrultulmuş projektörlerle aydınlatılır. Bu tür aydınlatmanın da büyük bir bölümü yine doğru-

## Işık Kirliliğini Önleme Çabaları

Prof.Dr. Zeki Aslan  
TUG Müdürü

Antalya'da Beydağları üzerindeki Bakırtepe, TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) yeri olarak 1986'da seçilmişti. Her yerde vurguluyorum: Bu seçim yapıldığı zaman Bakırtepe'den yalnızca Antalya'daki Ferrokrom fabrikasının alevi ve havaalanının lambaları çok belirgindi. Kent merkezinin ışıkları az ve zayıftı. 1993'te altıyapı çalışmalarına başladığımız zaman lamba sayısı artmıştı. Buna karşın toplam etki, bundan çok farklı değildi. Aradan geçen süre içinde Antalya hızla büyüdü, ışık kirliliği de arttı. Bugünkü durum, TUG için bir sorun değildir. Ancak, bu büyüme denetimsiz bir biçimde sürecektir diye gelecek için kaygılanmaya başladık; önlem alınması için girişimlerde bulunduk. Ben burada bu girişimler sırasında karşılaştığımız güçlükleri ve güzel şeyleri ayrıntılara yönelmeden kısaca anlatmak istiyorum.

Antalya Büyükşehir Belediyesine ve TEDAŞ Bölge Müdürlüğü'ne başvurduğumuzda gördük ki Türkiye gerçekten merkezden yönetilmektedir. Bu bağlamda yerel yönetimlerin mevcut mevzuatta, örneğin yönetmeliklerde ve teknik şartnamelerde kendi bölgelerine uygun değişiklik yapma, ya da merkez yönetimin bilgisi dışında yeni yönetmelik çıkarma yetkileri yoktur. Eğer ilgili mevzuatta ışık kirliliği önlemleri tanımlanmamışsa -ki hiç birinde tanımlanmamıştır- yapıla-

cak tek şey, Ankara'ya başvurmaktır; bizde öyle yaptık!

Burada hemen şunu belirteyim ki başvurularımızda "sokaklar aydınlatılmasın, lambalar söndürülsün, yeni lamba konmasın ya da kentler büyümesin; yoksa profesyonel ve amatör gökbilimciler gözlem yapamayacak ya da gökyüzü sevdalıları yıldızları seyrederemeyecek" demiyoruz. Biz herkes için iyi olanı istiyoruz: *İyi ve nitelikli dış aydınlatma*. Işık yok yere gökyüzüne gönderilmesin, paramız da boşa gitmesin diyoruz.

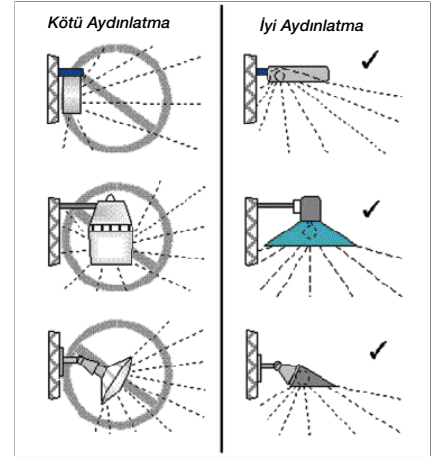
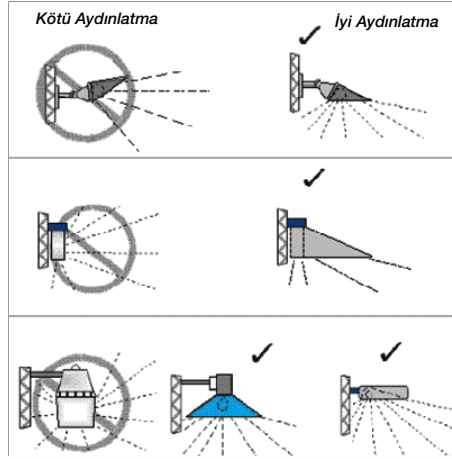
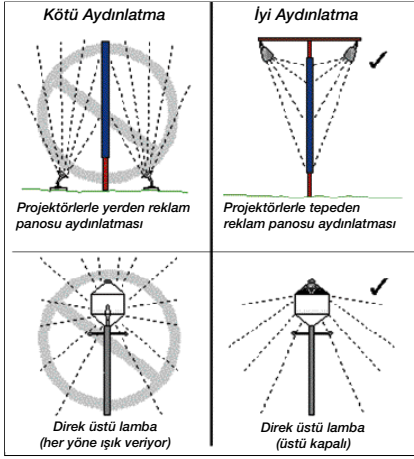
Geçtiğimiz ay sanatçı bir aile TUG'u ziyaret etti. 17 Ağustos depremi gecesi Ankara'da şimdiye kadar gördüklerinden çok daha fazla sayıda yıldız gördüklerini, yıldızların çok parlak olduğunu, bunun depremle bir ilgisi olup olmadığını sordular. Benzer sorular depremin ertesi günlerinde İstanbul'dan telefon eden birkaç gazeteciden de gelmişti. Bu derginin okuyucularına bunun nedenini açıklamama gerek bile yoktu: Elektriklerin kesilmiş olması.

Türkiyede ışık kirliliğini önleme girişimlerinin iyi yolda olduğunu söylemek yanlış olmaz. Özet olarak, TÜBİTAK Bilim ve Teknoloji Politikaları Dairesi'nin eşgüdümü ve sekreteryasıyla, 3 Temmuz 1998'de Ankara'da ve 19 Ekim 1998'de Antalya Akdeniz Üniversitesi'nde yaptığımız toplantılardan sonra "Işık Kirliliği Çalışma Grubu" kuruldu. Bu gruba, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, TE-

DAŞ, Karayolları Genel Müdürlüğü, Türk Standartları Enstitüsü (TSE), TUG ve İstanbul Teknik Üniversitesi'nden uzmanlar katılmaktadır.

Konu hakkında toplumu bilgilendirmek, dış aydınlatma ve armatürler için standartlar geliştirmek ve teknik şartnameleri ve yönetmelikleri geliştiren teknolojiye uygun duruma getirmek amacıyla, üç ayrı alt grup oluşturuldu. Bu gruplar çalışmalarını sürdürmektedir. Bunun ilk sonucu olarak, TSE konuyu 1999-2000 dönemi programına almıştır.

Işık kirliliği gerçekte bütün dünyanın gündeminindedir. 12-16 Temmuz 1999'da Viyana'da Uluslararası Astronomi Birliği, Uzay Araştırmaları Birliği ve Birleşmiş Milletler "Özel Çevre Sempozyumu: Astronomi Gökyüzünün Korunması" adlı bir toplantı düzenledi. Bu toplantıda optik gökbilime tehditler, radyo gökbilimine tehditler (cep telefonları, kısa dalga iletişim yayınları, v.s.) ve uzay çöplüğü (görevi bitmiş yapay uydular, başıboş uydu parçaları v.b) konularında bildiriler sunuldu; teknik, kurumsal ve politik stratejiler tartışıldı, kararlar alındı. Bu kararlar, Birleşmiş Milletler'in önlem alması için, Viyana'da 19-30 Temmuz 1999'da yapılan UNISPACE III (Uzayın Başlıca Amaçlarla Kullanılması III) Konferansı'nda sunuldu. BM'e sunulan ve konumuzu ilgilendiren öneri şöyledir: "Üye ülkeler; hem bilim yararına hem de enerji tasarrufu, doğal çevre, gece güvenliği ve rahatlığı ve ulusal ekonomi yararına gökyüzünün ışık ve öteki nedenlerle kirlenmesini denetim altına almak için harekete geçmelidir". Türkiye de bir BM üyesidir.



Gece yapılacak kısa bir yürüyüşle, çevrenizde ne kadar çok sayıda kötü aydınlatma örneği bulunduğunu rahatlıkla fark edebilirsiniz.

dan uzaya gider. Böylece hem enerji kaybı olur hem gökyüzü parlaklığı artar. Halbuki daha düşük güçteki lambalarla aynı pano yukarıdan aşağıya doğru aydınlatılabilir.

Basit bir kural olarak eğer ışık kaynağı uzaktan doğrudan görülüyorsa bu kötü bir aydınlatmadır. İyi bir aydınlatmada göz kamaştırıcı lambayı görmezsiniz; yalnızca lambanın aydınlatıldığı alanı görürsünüz. İyi düzenlenen bir dış aydınlatmada, aydınlatılan bölgede gözü alan bir parlaklık oluşmaz; gereksiz ve aşırı güçlü ışık kaynakları kullanılmaz. İyi bir dış aydınlatma sistemi olan kentlerde ışık kirliliği sorunu yaşanmaz. Buna en güzel örnek Tucson'dur.

Tucson, Arizona'nın en büyük kentlerinden biri. Buna karşın Tucson'da sokakta yürürken binlerce yıldızı ve Samanyolu'nu görmek olası. Çünkü kent, tıpkı La Palma'da olduğu gibi bilinçli bir biçimde aydınlatılıyor. Tüm sokak lambaları perdeli ve yalnızca aydınlatmaları gereken alanları, yolları ve sokakları, aydınlatıyor. Uzaya ışık kaçıışı engellenmiş. Kayıplar en aza indirilmiş durumda. Böyle olunca da kentin üzerindeki parlaklık çok az ve yıldızlar rahatlıkla görülebiliyor.

Tucson'daki bu şaşırtıcı ve etkileyici durum 1994'te çıkarılan bir yasayla gerçekleştirilmiş. Bu yasanın iki amacı var. Birincisi gökbilim gözlemlerini (Tucson yakınlarında Kitt Peak Ulusal Gözlemevi'yle, Mt.Hopkins Gözlemevi bulunuyor) nedensiz yere bozmayacak dış aydınlatmanın sağlanması. İkinci amaçsa kentteki güvenliği ve üretimin niteliğini bozmadan, enerji tasarrufu sağlayacak elektrikli aydın-

latma aygıtlarının kullanımını teşvik etmek.

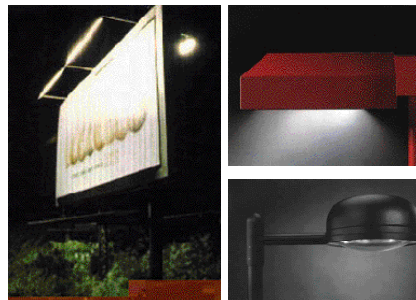
Yasaya göre her iki gözlemcisi merkez kabul eden 55 km çaplı daireler içinde 50 watt'ın üstündeki tüm dış aydınlatma lambaları tümüyle perdeli (bulundukları yatay düzlemin üst tarafına ışık saçmayan) olmak zorunda. Reklam panolarının aydınlatılmasında 40 watt'ın üzerinde ışık kaynağı kullanılmıyor. Bu tür aydınlatmalar aşağıdan yukarıya doğru değil de yukarıdan aşağıya doğru yapılmak zorunda. Dış aydınlatmalarda cıva buharlı lamba kullanımı ve satışı yasak. Eğlence ya

da reklam amacıyla lazer ve benzeri yüksek yoğunluklu ışık kaynakları da ancak ışınları yatayı aşmayacak biçimde yönlendirilirse kullanılabilir. Yasaya bir gecelik karşı gelişin cezası 50-500 dolar.

Bu yasanın çıkışıyla kentin gece görünümü tümüyle değişmiş ve kent halkı çok şey kazanmış. Her şeyden önce her yıl milyonlarca dolarlık enerji tasarrufu yapılıyor. Işık kirliliği ortadan kalkmış durumda ve kentin gece görünümü güzelleşmiş. Trafikteki araçların sürücüleri yolları çok daha rahat görüyorlar. Gökyüzü parlaklığı çok azalmış ve karanlık gökyüzünde Samanyolu'yla birlikte binlerce yıldız rahatlıkla görülüyor. Ayrıca gözlemleri de rahat rahat gözlemlerini yürütüyorlar.

Benzer uygulamaları yaşama geçiren kent ve eyaletlerin sayısı ABD'de her geçen gün artıyor; daha şimdiden yüze yaklaşmış durumda.

Türkiye'de herhangi bir kentte ışık kirliliğine karşı böyle bir uygulama şimdilik yok. Ama 1988 yılında kurulan Işık Kirliliği Çalışma Grubu, çalışmalarını yoğun olarak sürdürüyor. Çalışmaların özellikle yoğunlaştığı kent Antalya. Türkiye'nin en büyük gözlemevi TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (TUG) Beydağları'ndaki Bakırlıtepe'de yer alıyor. İlk yer seçimi yapıldığı sırada ve daha sonra gözleminin kurulduğu dönemde de hiçbir ışık kirliliğinden etkilenmeyen TUG, genişleyen Antalya'nın ışıklarını bugün doğrudan görüyor. Işık kirliliği şimdilik gözlemleri fazla etkilemeyecek bir düzeyde. Ama eğer önlem alınmazsa TUG'un sonu da Mt.Wilson Gözlemevi'ninkine benzeyebilir.



Son yıllarda ortaya çıkan lazer ya da projektörlü aydınlatmalar da ciddi birer ışık kirliliği kaynağıdır (en üstte). Reklam panolarının tepeden aydınlatılması ve aydınlatmada perdeli armatür kullanılması ışık kirliliğini büyük oranda engeller.





**Kentlerdeki bir başka ışık kirliliği kaynağı da yanlış yönlendirilen stadyum ışıklarıdır. Yanda görülen tipteki armatürlerle yukarıdaki spor sahasında yapılan aydınlatmada ışık kirliliğinin önüne geçildiği görülmüyor.**

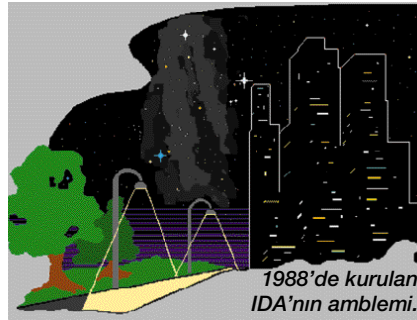
Bu durum nedeniyle TUG yöneticileri Antalya Belediyesi'yle ve Akdeniz Üniversitesi'yle görüşmelere başladı. Hem belediye başkanı hem de üniversite rektörü soruna duyarlılıkla yaklaştılar. Kent içinde yer alan üniversite kampüsündeki kötü tasarlanmış dış aydınlatma lambalarının iyileştirilmesi planlanıyor. Böylece Akdeniz Üniversitesi ışık kirliliği konusunda Antalya'ya örnek olacak. Öte yandan Antalya'daki kötü dış aydınlatmaların da iyileştirilmesi düşünülmüyor; Antalya da Türkiye'nin öteki kentleri için örnek oluşturacak. Böylece hem ciddi bir enerji tasarrufu sağlanacak hem de dünyanın, gözleme uygun sayılı yerlerinden birinde yer alan TUG'da bilimsel çalışmalar rahatça yürütülecek.

## IDA

Işık kirliliği konusunda kamuoyunu bilinçlendirme çalışmaları 1970'li yılların başında başladı. Bu ilk çalışmalar, daha çok amatör ve profesyonel gökbilimcilerin bireysel çabalarıyla sınırlıydı. Çalışmalar 1988'e değin de bu şekilde sürdü. Eylül 1988'de Amerika'daki Kitt Peak Ulusal Gözlemevi'nden gökbilimci David Crawford ve arkadaşı amatör gökbilimci Tim Hunter, kısa adı IDA olan Uluslararası Karanlık Gökyüzü Birliği'ni (International Dark-Sky Association) kurdular. IDA'nın amacı, ışık kirliliğini ortadan kaldırmak. Bunun yolu da insanları nitelikli bir dış aydınlatmanın değeri ve önemi konusunda bilgilendirmekten geçiyor. Bu amaçla IDA, birçok popüler bilim ve gökbilim dergisine yazılar göndererek, broşürler, kitapçıklar yayımlayarak ve İnternet sitesinde ışık kirliliğini geniş bir biçimde inceleye-

rek insanların gündemine sokmaya çalışıyor. Ulusal ve uluslararası toplantılarda konuyla ilgili bildiriler sunuyor. IDA, Uluslararası Astronomi Birliği ve Uluslararası Aydınlatma Komitesi'yle birlikte çalışarak ulusal ve uluslararası aydınlatma standartlarının değiştirilmesine uğraşıyor; özel şirketleri belediyeleri, kamu kuruluşlarını ve hatta hükümetleri aydınlatma konusunda uyarıyor.

IDA öyle yüksek bütçeli, birçok ülkede bürosu bulunan büyük bir ku-



ruluş değil. Tersine çok küçük. Şimdilik 68 ülkede yalnızca 3000 dolayında üyesi var. Üyelerin yıllık 30 dolar olan ödentileriyle ayakta durmaya çalışan kuruluşun, maaşlı tek görevlisi bulunuyor (geçen yıla kadar o da yoktu). Öteki çalışanlar gönüllü gökbilimciler, amatör gökbilimciler ve gökyüzü sevdalıları. Ancak böylesine küçük bir kuruluşun yarattığı etki ve başarılar şaşırtıcı büyüklükte.

IDA'nın çalışmaları sayesinde, 1988'den önce yalnızca gökbilimcilerin kullandığı "ışık kirliliği" terimi on yıl içinde yüzlerce gazete ve dergide yer aldı. Bu konuda ciddi bir bilgilendirme gerçekleştirildi. 1988'de ABD'de yalnızca birkaç kentte dış aydınlatmaya yönelik yasal düzenlemeler varken, IDA'nın çalışmalarıyla bu

sayı günümüzde bütün dünyada yüzü aşmıştır. Bu çalışmaların bir başka sonucu olarak tüm aydınlatma sanayisi artık düşük ışık kirliliği yaratan armatür ve lambalara yönelmiş durumda. Büyük üreticilerin çoğu çeşit çeşit perdeli ve ışık kirliliği yapmayan armatürler üretmeye başladı.

IDA'dan başka ışık kirliliğine karşı savaşım veren daha birçok kuruluş bulunuyor. Bu konuda bazı uygulamaları bulunan ya da uygulama çalışmaları sürdürülen ülkeler arasında İtalya, İngiltere, Hindistan, İsviçre, Şili, Yeni Zelanda ve Yunanistan'ın da bulunduğu 16 ülke var. Bu ülkelerdeki kimi dernek ve komiteler ışık kirliliğine karşı mücadele ediyor, gerekli yasaların çıkması için uğraşıyor.

Geceleri yıldızlı bir gökyüzüne kavuşmak için aslında herkese bazı görevler düşüyor. Bunların başında ışık kirliliği konusunda bilgilenecek ve insanlara böyle bir sorun olduğunu göstermek geliyor. Bunun yanı sıra sorunu çözmek için uğraşanlarla birlikte örgütlenmek, bir dernek ya da komite oluşturmak; eğer böyle bir kuruluş varsa ona katılmak da çok önemli. Konuyu yerel yöneticilere iletmek ve basının ilgisini konuya yönlendirmek de çözüm yolunda atılacak önemli adımlardan.

Bunlardan başka bireysel olarak yapılacak bazı şeyler de var; ışıkları gerektiği zaman yakmak, ışık kaynaklarının yönlendirilmelerine dikkat etmek, verimli ve programlanabilen zaman ayarlı ışık kaynakları kullanmak gibi.

IDA gibi gönüllü örgütlenmelerin, ışık kirliliği sorununun çözülmesindeki payları çok büyük. Bu konuda bilgi sahibi olan kişilerin sayısı her geçen gün artıyor. Duyarlı kişiler bu savaşım-daki yerlerini alıyorlar. 1970'li yıllarda başlayan savaşım da gün geçtikçe "kazanılabilir" olmaya başladı. Tüm bu gelişmeler umut verici. Hiç belli olmaz; büyük kentlerin üzerindeki yerlerini elli yılda terk eden yıldızlar belki daha kısa bir sürede yine göz kırpmaya başlarlar.

Çağlar Sunay

Bilimsel Danışman: Zeki Aslan  
Prof.Dr. Akdeniz Üniversitesi Fizik Bölümü

Kaynaklar:  
<http://www.tug.tubitak.gov.tr>  
<http://www.darksky.org>  
<http://www.skypub.com/resources/lightpollution/lightpollution.html>  
<http://www.dark-skies.freemove.co.uk>

# Bilgisayar Grafiği

Bilgisayar grafiğini, bilgisayar yardımıyla gerçeğe uygun görüntü yaratma sanatı ya da bilimi diye tanımlarsak herhalde yanlış olmaz. Tanımı biraz daha açarsak, bilgisayar grafiği, bir bilgisayar terminalinde, kaydedilmiş bir filmde, ya da kâğıt baskılarında resim, görüntü yaratmayı içeriyor. Anlaşılabileceği gibi, resim ya da görüntülerin yaratılmasında ya da bunların üzerinde oynanmasında da bilgisayarlar devreye giriyor.

Bilgisayar grafiği kullanımı ilk zamanlarda yüksek hızlı bilgisayarlardan sadece veri çıktısı alma amaçlıydı. O dönemlerde bilgisayarlarda genelde standart bir donanım olarak katod ışın tüpü bulunuyordu. Bu tüp, o zamanki öteki çıktı donanımlarına göre çok daha hızlı ve kolay bir biçimde, veri noktalarını ekranında gösterebiliyordu.

Bunların yanı sıra mikroişlemci dünyasında oluşan ilerleme de bilgisayar grafiğine de yansdı. İlk başlarda grafik sistemleri öylesine pahalıydı ki sadece otomotiv ve havacılık-uzay, kamu kesimi ya da birkaç üniversitede (araştırmaları devletçe desteklenen) kullanılıyordu. Ancak 80'lerin başlarında durum değişti. Bu sistemler kişisel bilgisayarların çıkmasıyla evlere girmeye başladı.

## Bilgisayar Grafiğinin Gelişimi

Bilgisayar grafiği tarihini değişik evrelere ayırabiliriz. Örneğin 50'lerin ortalarından 60'lar başına kadar olan yıllara başlangıç evresi, bunu izleyen yıllar, yani 60'ların sonuna değin yaygınlaşma evresi, ki bu evrede havacılık-uzay ve otomotiv sanayiinde kullanılmaya başlanmıştır. Bu evreden sonraki yıllara da grafik yazılım şirketlerinin doğuş evresi diyebiliriz. Bundan sonra bilgisayar grafiğinin gerçek anlamda yaygınlaştığını görüyoruz. Öyle ki konu artık herkesin ilgi alanı içine girerek evlere taşınmış oldu. Uzmanlara göre ilk grafik bilgisayar sistemlerinin çıkışının, ilk sayı-

sal bilgisayarlarla olduğu kabul edilir. MIT'nin Whirlwind bilgisayarı kontrol odasında katod ışını tüplü grafik göstericisi bulunduruyordu.

Bir başka ilk bilgisayar grafik makinesiye 50'lerde SAGE hava savunma kumanda ve kontrol sistemiydi. SAGE radar bilgilerini bilgisayar tarafından yaratılan görüntüye dönüştürüyordu. SAGE aynı zamanda, operatörün katod ışın tüpü üzerinde belli bir hedefi, o noktaya ucunu tutarak seçmesini sağlayan ışık kalemini (light pen) ortaya çıkardı.

50'li yıllarda ve 60'ların başlarında askeri olmayan kesimlerde MIT'teki TX1 bilgisayarı buna benzer bir biçimde etkileşimli bir grafik konsol bulunduruyordu. Daha sonra MIT'nin TX1 bilgisayarı örnek alarak, Digital firması (günümüzdeki Compaq firması) kendi etkileşimli bilgisayar grafik görüntüleyicisi olan Type 30'u tasarladı. Daha sonra bilgisayarların ve yazılımların gelişmesiyle bu konu üzerine çalışan birçok firma doğdu. Bu firmalar kendi grafik programları ve yeni grafik dosya formatlarını çıkardılar.

Peki grafik dosya formatı nedir? Grafik dosya formatı kısaca bir grafik verisini (yani bir görüntüyü tanımlayan veriyi) bir dosyada depolamak için kullanılan formatdır. Değişik grafik dosya formatlarına olan gerek-

sinim, grafik verilerini verimli ve mantıklı bir şekilde depolama, düzenleme, geri alma ve iletme ihtiyacından doğdu.

Pratik olarak her önemli uygulama bazı grafik veri çeşidini yaratır ve saklar. Hatta en basit karakter modunu kullanan metin editörleri bile, ASCII karakterlerle yapılmış satır çizimlerine olanak sağlıyor. Uzun bir süredir hızla artan grafik kullanıcı arabacı (GUI) tabanlı uygulamalar artık hibrit formatlara destek vermek zorunda kalıyor. Bundaki amaç bitmap verilerinin metin dosyalarına dahil edilmesi.

Görüntü içeren veri tabanı yazılımları, metin ve bitmap dosyalarının tek bir dosyada saklanmasını sağlıyor. Buna ek olarak, grafik dosyaları, yazılım uygulamalarıyla bilgisayar sistemleri arasında görsel verilerin değişimini sağlayan önemli bir taşıma aracı.

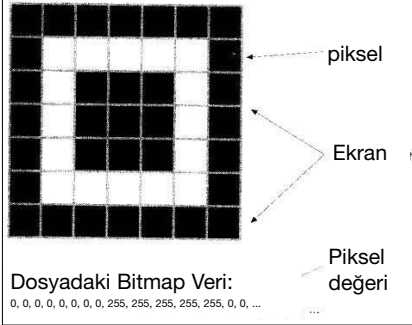
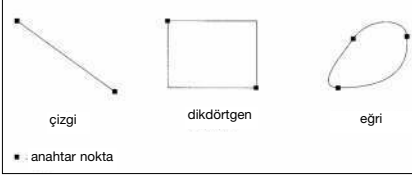
## Grafik ve Bilgisayar Grafiği

Genel bir tanımla grafik, grafik sanatçısının yaratılmış gerçek ya da sanal nesnelerin görsel olarak ifade edildiği ürünlerdir. Sonuç olarak geleneksel grafik ürünleri de doğal olarak kâğıt ya da tuval gibi iki boyutlu yüzeyde görünür. Öte yandan bilgisayar grafiğiyle grafik tanımını genişletip ekran, yazıcı, grafik yazıcı (plotter) ya da film kayıt cihazı gibi çıktı aygıtlarında görüntülenmek üzere her türlü veriyi içeriyor.

Pratik olarak bilgisayar grafiğinde genellikle bir çalışmanın yaratılması onun gösteriminden farklı oluyor. Buna bir örnek, bilgisayar grafiği, işlemi, bellekte sanal çıktılar ya da disk, teyp gibi sürekli bir ortamdaki bir dosyada kalıcı çıktılar biçiminde yaratıyor. Bu yüzden "grafik verileri"ne geleneksel grafik anlayışının ötesinde, bir yazılımın "sanal çıktısı" adını veriyoruz. Bu yazılımdan alınan çıktılardan bir çalışmanın gösterimi yapılabilir. Bu gösterim aynı zamanda







daha önce bir dosyaya kaydedilen grafik verilerinden yararlanılarak daha sonradan yine oluşturulabilir.

## Grafiksunum (Rendering) ve Görüntüler

Çoğu kişi yaratmayla, grafiksunum arasında fark olduğunu belirtir. Geleneksel olarak görüntü, bir sanatçı tarafından mekanik, elektronik ya da fotoğrafik yolla yakalanan, gerçek dünyadaki bir nesnenin görsel ifadesidir. Bilgisayar grafiğindeyse, görüntü bir çıktı aletinde görünen bir nesneye karşılık gelir. Bir çıktı cihazında, bir görüntü bir yazılım tarafından çizildiğinde grafik verilerinin grafiksunumu yapılır. Başka bir deyişle grafiksunum bir cihazda görüntünün oluşturulması işlemine denir.

## Grafik Dosyaları

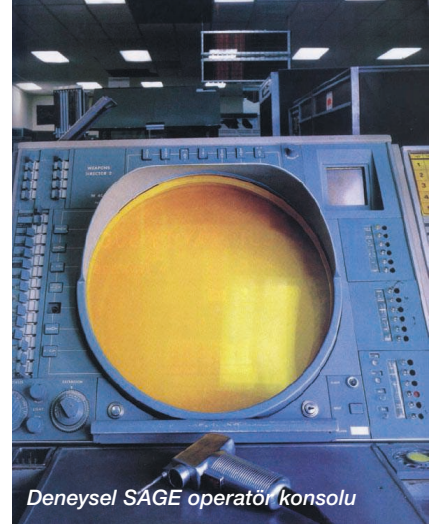
Grafik dosyalarıysa, metin, elektronik çizelge ya da sayısal veri vb'nin aksine her çeşit grafik verilerinin saklandığı dosyalardır. Bu dosyaların yapılandırıldığı çeşitli yöntemlere de grafik dosya formatı denir. İnsanlar, bazen bir görüntünün bir dosyaya grafiksunumu yapılmasından bahseder. Bir görüntü, bir dosyaya grafiksunumu yapılırken bu dosyanın içeriği sürekli grafik verilerinden oluşur. Peki niçin? Sadece dosyanın içerisindeki verinin, siz neye benzediğini görmeden önce, sanal grafik verisi olarak tekrar grafiksunumu yapılma ihtiyacı var.

Bir görüntü bir dosyaya grafiksunumu yapılırken yine bir grafik verisine dönüştürülüyor olmasına karşın, artık sadece veriden ibaret oluyor. Gerçekten de veri farklı bir çeşitte olabiliyor. Buna bir örnek de dosya dönüştürme işlemleri. Birinci çeşit dosya formatında saklanan bir görüntü ikinci çeşit bir dosya formatına grafiksunumu yapıyor (bir dönüştürücü yazılım sayesinde).

İki boyutlu grafik verileri geleneksel olarak iki sınıfa ayrılıyor: vektör ve bitmap (ya da raster).

### Vektör Verileri

Bilgisayar grafiğinde vektör verileri, genelde çizgi, poligon ya da eğrileri (ya da çizgilerle kolayca ifade edilen herhangi bir nesne) anahtar noktaları (key point) belirterek sayısal olarak ifade etme yöntemleri anlamına geliyor. Bu anahtar nokta verilerini grafiksunumunu yapan bir



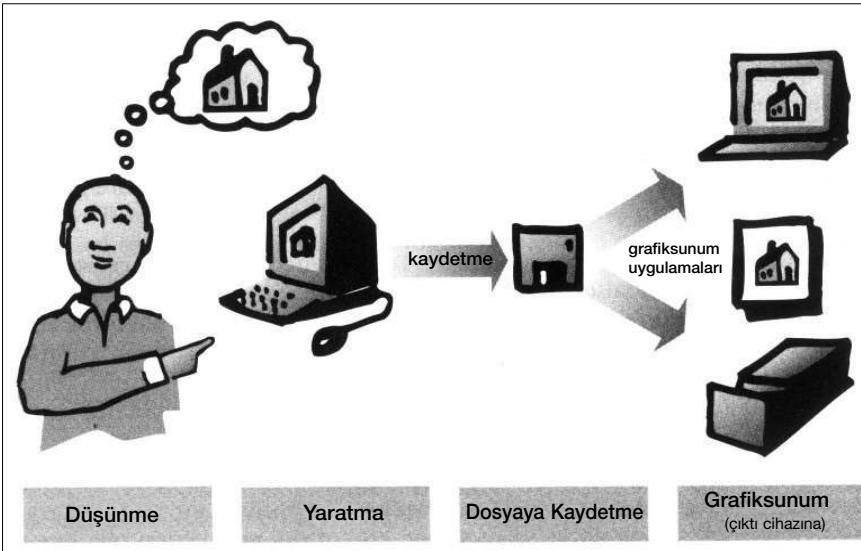
yazılımın işi, bu anahtar noktalarını birleştirerek çizgileri tekrardan oluşturmak ya da bu anahtar noktalarından yardım alarak çizmek. Vektör verileriyle birlikte olan kendine özgü bilgiler (renk ve çizgi kalınlığı bilgileri gibi) ve kurallar dizisi, yazılımın istenilen nesneleri çizmesini sağlıyor.

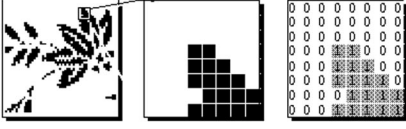
Öte yandan matematik gibi bilim alanlarında bir vektör, yönü ve büyüklüğü olan bir düz çizgi olarak betimlenir. Bilgisayar grafiğindeyse, her çeşit çizgi ya da çizgi parçası olabilir, ve bir dizi son noktalarla (end-point) tanımlanabilir. Ancak buna eğri çizgileri ve karmaşık geometrik şekiller girmiyor. Bu şekiller tam olarak tanımlanabilmesi için başka anahtar noktalara gereksinim duyar.

### Bitmap Veri

Bitmap veri bir dizi sayısal değerden oluşuyor. Bu değerler her bir pikselin ya da resim parçasının (picture elements; pels) rengini belirliyor. Pikseller, görüntülenecek formu ifade edecek bir örüntüdeki (pattern) düzenli gridler üzerinde düzenlenmiş renkli noktalardır. Genellikle bitmap için, pikseller dizisi diyorlar. Oysa teknik olarak bitmapler sayısal değerler dizisidir. Bu diziler renk ya da belirli bir piksel üzerinde bir çıktı cihazında bitmap grafiksunumu yapılırken değişiklik yapma gibi olayları belirliyor.

Pikseller dizisi bit derinliğini belirtiyor. Bunlar piksellerin bit ya da diğer uygun birimlerde (örneğin bayt) büyüklüğünü belirtiyor. Bit derinliği, bir piksel değerinin gösterebileceği renk sayısını belirtiyor. 1 bit





piksel 2 renkten biri, 4 bit piksel 16 renkten biri olabiliyor, ve bu şekilde gidiyor. Günümüzde kullanılan en yaygın piksel derinlikleri 1, 2, 4, 8, 15, 16, 24 ve 32 bitlerdir.

## Bitmap Verilerinin Kaynağı: Raster Cihazları

Yukarıda da belirttiğimiz gibi tarihsel olarak raster terimi, her zaman katod ışın tüpü teknolojisiyle birlikte anıldı. Bu bir görüntü tübündeki bir resmin gösterilmesinde sıraların modeliyle ilgiliydi. Bu nedenle raster-format görüntüleri, scan lines adı verilen bir dizi sıradan oluşan pikseller koleksiyonudur. Raster çıktı cihazları, görüntüleri bitmap'deki pikseller, piksel değerleri şeklinde gösterirler. Bundan dolayı da bunlar, genellikle bazı yaygın raster cihazlarında kolaylıkla gösterilecek şekilde düzenlenirler. Bu nedenle bitmap verileri raster verileri olarak adlandırılıyor.

Yukarıda da sözünü ettiğimiz üzere, bitmap verileri, bir grafik verisi bir yazılım tarafından render edilirken üretilir. Bu yazılım çıktı görüntüsünü bir çıktı cihazında göstermek yerine onu dosyaya yazar. İşte bu nedenlerden dolayıdır ki bitmapler ve bitmap verileri görüntü adıyla anılır ve bitmap verileri de görüntü verileri olarak.

Öteki bitmap veri kaynakları da bildiğimiz görüntülerle çalışan raster cihazlardır. Bunlar tarayıcı, video kameralar ve başka sayısallaştırıcı cihazlardır. Biz kendi amacımıza göre sayısal veri üreten raster cihazlarını diğer grafik veri kaynağı olarak alıyoruz. Cihazdan veriyi alan yazılım, bir dosyaya yazarken grafik verilerinin grafiksunu mu yapıyor.

Bunların yanında grafik dosyaları aynı zamanda yapısal, renk ve diğer tanımlayıcı bilgileri içeren verileri bulundurabilir. Bu bilgiler özellikle grafiksunu mu uygulamasına görüntünün tekrar yapılandırılması ve görüntülenmesi için yardım amacıyla eklenmiş olabilir.

## Vektörlerden Bitmap Verilere

Otuz yıl önce bilgisayar grafiklerinin hemen hemen hepsi vektör verilerine dayanıyordu. Ancak teyp ve disk gibi ucuz yüksek kapasiteli manyetik ortamlardaki ilerleme büyük dosyaların saklanması gerektiği kıldı. Bu da grafik dosya formatında ilk kez standardizasyona gidilmesini sağladı.

Günümüzde birçok grafik saklama bitmape ve görüntüleme de rastera dayanıyor. Bunun nedeni mevcut yüksek hızlı işlemciler, ucuz bellek ve yüksek çözünürlükteki girdi ve çıktı donanımları. Bitmap grafiklerine aynı zamanda sayısallaştırıcı raster cihazlardan elde edilen görüntülerin kullanılması ihtiyacından dolayı önem verildi. Bitmap grafikleri, CAD ve 3D, çizimler, 2D ve 3D modellemeler, bilgisayar sanatı ve animasyon, Kullanıcı Grafik Arayüzleri (GUI), video oyunları, elektronik belge görüntü işleme (Electronic Document Image Processing (EDIP)) ve görüntü işleme ve analizi gibi uygulamalara destek vermesinden ötürü önemli.

Öte yandan, bitmaplerin çok yer kaplaması İnternet gibi bilgisayar ağlarında görüntü alışverişi açısından kullanılmalarında onlar için bir dezavantaj. Çünkü büyük olmalarından ötürü hem network performansını düşürüyor, hem pahalıya mal oluyor, hem de fazladan zaman kaybettiriyor. İşte bu yüzden günümüzde bilgisayar ağları üzerinden yapılan alışverişlerde vektör tabanlı görüntüler giderek önem kazanıyor. Bitmap ve vektör formatlarının dışında metafile formatı da var. Metafile formatı tek bir dosya içerisinde hem bitmap hem de vektör verilerini barındırıyor. Bu geleneksel dosyalara ek olarak sahne (scene) formatı, animasyon ve çokluortam gibi formatlar da var.

Sahne formatı dosyalarıysa, bir görüntünün ya da sahnenin yoğunlaştırılmış gösterimlerinin saklanması amacıyla tasarlanmış. Peki vektör dosya formatıyla sahne dosya formatı arasındaki fark ne? Vektör dosyaları görüntünün bir parçasının tanımlarını bulunduruyor. Sahne dosyalarıysa grafiksunu mu yazılımlarının görüntüyü oluşturması için gerekli tanımları bulunduruyor.

Animasyon formatlarındaysa bir görüntü üzerine bir başka görüntünün hızlı bir şekilde bindirilmesiyle sanki görüntüdeki bir nesne hareket ediyormuş gibi görüntüyor. Çok ilkel animasyon formatları, sırayla gösterilen görüntülerin tümünü (her biri bir bütün olarak sırayla) genellikle bir döngü olarak saklıyor. Biraz daha ileri formatlar sadece tek bir görüntüyü saklıyor. Ancak bunun yanında, o görüntünün birçok renk haritalarını da bulunduruyor. Yeni bir renk haritasını yüklemekle, görüntü içerisinde renkler değişiyor ve nesne hareket ediyormuş gibi görüntüyor. Daha ileri animasyon formatlarıysa sadece bitişik görüntülerdeki değişiklikleri kaydediyor ve her bir kare yüklendiğinde sadece değişen pikselleri güncelliyor. Saniyede 10-15 karelik bir gösterim, bir çizgi film türü animasyondan farksızdır. Video animasyonlarıysa sürekli bir hareket sağlaması için genellikle saniyede 20 çerçeve ve daha fazlasını gerektiriyor.

Çokluortam formatıysa değişik veri bilgilerinin tek bir dosya içerisinde saklanması amacıyla tasarlanmış. Çokluortam formatı, genellikle grafik, video ve ses bilgilerinin içerilmesine olanak sağlıyor. Buna bir örnek Apple'ın Quick Time yazılımı.

Bu formatların dışında, hibrit metin (metin ve bitmap veri bulunduruyor), hibrit veritabanı (veritabanı bilgileri ve bitmap veri), ve hipermetin gibi formatlar da var.

## Veri Sıkıştırmaları

Sıkıştırma bilgi bloğunun fiziksel büyüklüğünün indirilmesi işlemi. Onları sıkıştırarak fiziksel depolama alanında çok daha fazla bilgi saklayabiliyoruz. Grafik görüntüler çok fazla depolama alanı gerektirdiğinden, grafik dosya formatları için sıkıştırma çok önemli. Hemen hemen bütün grafik dosya formatları bir takım sıkıştırma yolları kullanıyor ve buna göre GIF, JPEG gibi kendi dosya çeşitlerini çıkarıyor.

*Yardımlarından ötürü  
Doç. Dr. Veysi İşler'e teşekkür ederiz.*

Alkım Özyaygın

Kaynaklar:

Tutorial: Computer Graphics, John C. Beatty, Kellogg S. Booth, IEEE Computer Society  
Encyclopedia of Graphics File Formats, James D. Murray, William VanRyper, O'Reilly and Associates, INC  
<http://www.zdwebopedia.com>



# Kişiliğimizin Aynası Sesimiz

*Sesimizi kullanmadığımız gün yok gibidir. Konuşma ve şarkı söyleme gücünü bize sesimiz verir. Sevincimizi, üzüntümüzü, neşemizi, mutluluğumuzu, öfkemizi, sevgimizi, kısacası duygularımızı onun aracılığıyla dile getiririz. Bir bakıma iç dünyamızın aynası gibidir sesimiz. Onun farklı renkleri, olağanüstü yetenekleri sayesinde çevremizdekileri etkileriz. Gerçekte doğadaki güçlü ve çok yönlü araçlardan biridir sesimiz. Yeter ki onun bu yönlerinin bilincinde olalım...*

"Şarkısını, tüyler ürpertecek kadar ürktücü ve kötü niyetli bir kahrkayla bitirmişti. Tiyatro salonundaki izleyiciler beyinlerinden vurulmuşçasına kımıldamadan oturuyorlardı. Kesinlikle abartmıyorum; ama herkes dakikalara hiçbir ses çıkarmadan ve kımıldamadan oldukları yerde duruyordu. Sanki üzerlerine yoğun ve ağır bir sıvı dökülmüştü de onlar bu sıvının yükü altında boğulmuşlardı. Küçük burjuvaların soluk yüzlerinden korku ve endişe okunuyordu." Maksim Gorki, 1900 yılına girerken, bir Rus basbaritonu olan Fyodor Chaliapin'in bir gösterisini işte böyle betimliyordu.

Bu olay ve geçmiş yıllarda benzer gösterilerde yaşanan kimi olaylar, tek bir insanın sesiyle izleyenler üzerinde ne denli büyük bir etki yaratabildiğini açıkça gösteriyor. Böyle anlarda genellikle duygulanırız, tüylerimiz diken diken olur; kimi zamansa Maksim Gorki'nin betimlediği gösteri sırasında olduğu gibi donar kalırız.

Etkileyici bir sesle söylenen bir şarkıdan böylesine etkilenmemiz çok doğal. Çünkü insanoğlunun daha konuşma yolunu bulmadan çok uzun zaman önce şarkı söyleyerek duygularını anlattığı düşünülüyor. Atalarımız birbirleriyle değişik tonlarda sesler çıkararak iletişim kuruyor; birbirlerine korkularını, acılarını, üzüntülerini ve sevinçlerini bu yolla gösteriyorlardı.

İnsan beyniyle ilgili araştırmaların sonuçları da müzik ya da şarkıyla duygusal yoğunlaşma arasındaki ilişkiyi doğruluyor. Bir şarkı söylediğimizde ya da müzik dinlediğimizde, beynimi-

zin mantıksal ve soyut şeyleri düşünmeyi yerine getiren bölümleri değil, duygularla ilişkili olan bölümlerinde etkinlik görülüyor.

Sesimizin değişik özellikleri vardır. Tonsal özelliği bunlardan biridir. Çoğu zaman, ne söylediğimiz değil, ses tonumuzun nasıl olduğu önem kazanır. İnsan sesiyle ilgili araştırma yapan bilim adamları da insanların, genellikle ne söylendiğinden çok, ses tonuna dikkat ettiklerini ortaya koydular. Kimi zaman ses tonumuzu yumuşak ve sakın tutarak bir tartışmayı yatıştırır, onu tatlıya bağlarız; kimi zamansa ses tonumuza hâkim olamadığımız için yakınımızdaki insanları istemediğimiz halde kıırarız.

Sesimizin bir başka özelliği ise adeta kişiliğimizin ve ruhumuzun aynası olmasıdır. Bir bakıma biz sesimizdeyizdir. Öyle ki ne kadar engelleme-ye çalışsak bile, çoğu zaman bizi sesi-



miz ele verir. Bizi tanımayan ve yalnızca sesimizi duyabilen bir kimse, yalnızca sesimizden, yaklaşık olarak kaç yaşında olduğumuzu, cinsiyetimizi, eğitim ve kültür düzeyimizi, kişiliğimizle ilgili birkaç ipucunu ve o anda neşeli mi üzgün mü olduğumuzu yüksek bir doğrulukla kestirebilir. Bu olgu bazı dillere de yansımıştır. Örneğin, Latince'de "kişi" anlamına gelen "personare"nin sözcük anlamı "başka sesler arasından işitilmek"tir.

## Öteki Canlılardan Farkımız

Konuşmak, şarkı söylemek gibi eylemler bizlere çok doğal ve olağan gelir. Bunları nasıl gerçekleştirdiğimiz üzerinde pek düşünmeyiz. Çünkü kendiliğinden gerçekleşen eylemlerdir bunlar. Belki de sesimizin oluştuğu hassas düzeneği göremememizden



Ünlü caz trompetçisi ve şarkıcısı Louis Armstrong'un (solda) sesi "güzel ses" ölçütlerine uymuyor - du. Ancak sanatçının tüm dünyada ün yapmasının nedeni, farklı şarkı söyleme biçimiyle sesinin değişik tınısıydı. Tüm zamanların efsanevi bası Fyodor Chaliapin'in (sağda) olağanüstü sanatçı kişiliğine ilişkin yazılan birçok biyografi arasında en çok bilinenlerden birisi arkadaşı devrimci yazar Maksim Gorki'nin yazdığı biyografidir. Köylü kökenli olan sanatçı, sanat yaşamına geç başlasa da aşırı coşkulu ve abartılı tiplerleriyle 1890'lı yıllarda büyük ün kazanmıştı.

kaynaklanıyor bu ilgisizliğimiz. Hatta kimi zaman bu düzeneği bilmediğimizden dolayı sesimize farkında olmadan zarar bile veririz. Ancak sesimiz kısıldığında ses tellerimizin farkına varıp kısıklığı yenmek üzere önlem alırız. Peki, nasıl bir düzenek içinde oluyor ses? Nasıl konuşabiliyor ve şarkı söyleyebiliyoruz?

Diyelim ki evde ya da işyerinde telefon çalıyor ve ahizeyi kaldırıp "Alo!" diyoruz. Telefonun çalışını duymamızla "Alo!" dememiz arasında geçen süreç bize çok olağan gelir. Ancak bu süreç, bedenimizde o anda olup bitenler açısından oldukça karmaşık bir nitelik taşır. Yalnızca "Alo!" diyebilmek için bir dizi sinir, kas ve organımızı kullanırız. Konuşurken, konuşmayı yerine getiren ses organlarımızı ve akciğer-diyaf-ram-göğüs sistemini, gırtlığımızı ve konuşma sistemimizi kullanırız. Konuşma sistemini, boğaz, ağız boşluğu ve burun boşlukları oluşturur.

Konuşma ya da şarkı söyleme eylemi, akciğerlerimize aldığımız soluğun tekrar dışarı verilmesiyle gerçekleşir. Konuşurken kısa bir soluk alırız. Sonra da aldığımız soluğu konuşma sırasında yavaş yavaş veririz. Akciğerlerimizden çıkıp solunum borusundan ve daha sonra da gırtlığımızdan geçen hava, gırtlığımızın içinde yer alan ses tellerinde titreşime yol açar. Konuşma sırasında, ses tellerinin bu titreşimi, akciğerlerdeki durağan havayı oldukça düzenli bir dizi hava atımına dönüştürür. Bu hava atımları da konuşma sistemi içerisindeki solunum borusunun üst bölümünü uyarır. Bu bölüm, gırtlaktaki her atımla birlikte çok kısa bir süre için tınlama yapar ve bunun sonucunda gırtlaktan gelen ses üretilir. Gırtlak o kadar hızlı bir biçimde bir dizi kısa süreli ses üretir ki, solunum borusunun her yeni uyarılması, önceki uyarılma sona ermeden başlar.

Gırtlığımızın içinde yatay konumda bulunan ses tellerimiz genellikle ya kapalı ya da açıktır. Ses tellerimiz açıkken, ters duran bir "V" biçimini alırlar (bkz. sonraki sayfa). Soluk alıp verdiğimizde ses tellerimiz bu şekilde açılır. Böylece soluk alıp verirken, hava, herhangi bir engelle karşılaşmadan akciğerlerimize ulaşır ya da akciğerlerimizden dışarı verilir. Konuşma sıra-

sında ses tellerimiz bir araya gelir ya da kapanır. Ses tellerimiz kapalı konumdayken dışarı verilen hava ses tellerinin arasından geçer ve bunların titreşmesine yol açar. Ses telleri titreşirken, ses üzerine çalışan uzmanların fonasyon dedikleri, ancak bizim konuşma olarak bildiğimiz sesler çıkar.

Akciğerlerimizdeki havayı daha büyük bir basınçla dışarı verdiğimizde ses tellerimizin titreşim genliği de buna göre daha yüksek olur ve ses daha kuvvetli çıkar. Oysa hava basıncı düşükse ses daha yumuşak çıkacaktır. Ses tellerini çevreleyen kaslar onların



hareketini denetler. Kaslar kasıldığında, sesin perdesi yükselir; gevşediğindeyse sesin perdesi düşer. Ses tellerimizin yarattığı titreşim, bedenimizi terk ederken, içlerinde hava bulunan boğaz, ağız ve burun boşluklarından geçer. Bu aşamalar sonucunda oluşan sesimiz, ağızımızın içindeki bu boşlukların biçimine göre son "biçimini" alır.

Tüm insanların seslerinin farklı olmasında, ses tellerindeki yapısal farklılıklar (boyut, incelik-kalınlık), ses yolundaki boyut farklılıkları, ve tınlamanın gerçekleştiği boşluklardaki farklılıklar önemli rol oynar.

## Harflerin Ses Yolundaki Yolculuğu

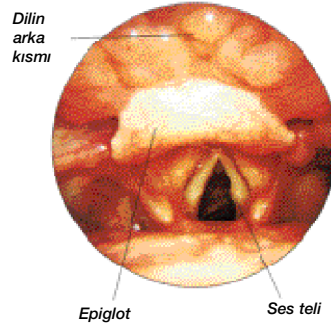
Konuşurken, konuşma sistemimizin biçimi ve uzunluğu, dilimizin, çenemizin ve dudaklarımızın hareketine göre değişime uğrar. Bu değişimler de konuşma merkezimizin tınlama özelliğini etkiler. Örneğin, ünlü sesleri söylerken, ağızımız açık konumdayken, dudaklarımızın ve dilimizin biçimi değişir. Ünlü seslere dilbilimde "ses yolunda herhangi bir engele uğramadan çıkan sesler" denmesi buradan gelir. Konuşma merkezimizdeki bazı daralmalar çok değişik seslerin ortaya çıkmasına yol açabilir. Kimi zaman dışarıya verilen hava kısa bir süre için durdurulabilir, ağız boşluğunda hapsedilen bir miktar hava hafif patlamalı olarak dışarı verilir. İşte ünsüz sesler de böyle ortaya çıkar. Bu nedenle ünsüz sesler dilbilimde "ses yolunda az ya da çok engele uğrayıp biçimlenerek boğumlanarak çıkan sesler" diye tanımlanır.

Ünlü ve ünsüz sesleri söylerken ağız boşluğumuzun, dudaklarımızın ve dilimizin nasıl biçim aldığını bir aynaya bakarak izleyebilir, ünsüz seslerin ağız boşluğunun neresinde boğumlandığını görebiliriz. Bunu denemek için, bir parmağınızı gırtlak çıkıntınızın bulunduğu yere, boğazınızın ön kısmına yerleştirerek konuşun. Konuşurken, parmağınızı koyduğunuz noktada derinin altında bir titreşimin oluştuğunu fark edeceksiniz. İşte bu titreşim ses tellerinizin titreşimidir.

## Bedenimiz İzin Verdiği Ölçüde Konuşabiliriz

Güç koşullar içinde bulunduğu-muzda, konuşmak için ne kadar çok çaba göstersek de bedenimizin oksijen gereksinimi konuşma isteğimizden önce geldiğinden, istediğimiz gibi konuşamayız. Örneğin, dik bir yamacı tırmandıktan sonra soluk soluğa kaldığımızda, söylemek istediklerimizi bir defada değil, kesik kesik söyleriz. Bir trafik kazası gibi, ani şok yaşadığımız olaylarda, beynimiz bu acil durum ne-





**Ses oluşturabilmemiz için havaya gereksinimimiz vardır. Akciğerlerimize aldığımız havayı dışarı verirken, hava solunum borusundan ve gırtlığımızdan geçer ve bu sırada gırtlığımızın içindeki ses tellerini titreştirir. Sağdaki resimde, ses tellerinin endoskopik görünüşü görülmüyor.**

deniyle daha fazla oksijen alınması için emir gönderir. Doğal konuşma biçimimiz bundan etkilenir ve o anda birisi bize herhangi bir soru sorduğunda, ona yaşadığımız şoktan dolayı, çoğu zaman yanıt veremeyiz.

Konuşmak için soluk almamız, sessizce kitap okurken ya da uyurken soluk alıp vermemizden farklıdır. Konuşmak için aldığımız hızlı bir soluk sonucunda göğüs kaslarımız sayesinde göğsümüz, dolayısıyla akciğerlerimiz

hızla genişler. Bu sırada, soluk almamızı sağlayan diyafram denen kas aşağı iner. Daha sonra, göğüs kasları ve diyafram dinlenirken, göğüs ve akciğerler küçülür. Bu küçülmeden dolayı içlerindeki hava basıncı artar ve hava dışarı verilir. Konuşurken soluğumuzun tükenmesine yakın konuşmayı kesip duraklama gereksinimini hissediriz. Bu duraklama sırasında göğsümüz yeniden genişler, yeniden soluk alırsınız ve konuşmayı sürdürürsünüz.

## Ses Tellerimiz Keman Tellerine Benzer mi?

Ses tellerimizi yapısal olarak keman tellerine benzetemsek de işlevleri açısından onlara benzetebiliriz. Ses tellerimiz keman tellerine benzer; çünkü onlar aslında kastır, ayrıca kesitleri yuvarlak değildir. Akciğerlerimizden çıkan havanın onların titreşmesini sağlaması sonucunda konuşabiliyor ya da şarkı söyleyebiliyoruz.

Sesimiz, ses tellerimizin boyutları, kalınlıkları ve kas gerginliklerine bağlı olarak belirli bir doğal titreşim frekansı aralığına sahiptir. Sesimizin kuvvetli oluşu ve perdesi, gırtlığın iki temel işlevine bağlı olarak değişim gösterir. Bu iki temel işlev, ses tellerini birbirlerine yakınlaştırma ve bunların gerilmesini sağlamadır. Ses telleri-



## Sesimiz Başkalarının Sesinden Nasıl Ayırt Edilir?

Sesimiz, kişiliğimize ilişkin ipuçları verdiği gibi, çoğu zaman ruh halimizi de yansıtır. Her birimiz farklı yapıda olduğumuz için doğal olarak sesimiz ve konuşma biçimimiz arasında büyük farklılıklar olabilir. Kulağımızın olağanüstü algı yeteneği ile güçlü belleğimiz sayesinde de tanıdığımız insanların seslerini kolaylıkla ayırt edebiliriz. Sesimizin bazı ayırtıcı özelliklerinden dolayı, tanıdık birinin sesini telefonda duyduğumuzda o kişiyi tanıyabiliyoruz için yalnızca birkaç sözcük söylemesi yeterli oluyor. Bu ayırtıcı özellikler, hem birlikte hem de ayrı ayrı etkinlik gösteren bir dizi konuşma-ses eylemlerinden oluşuyor. ABD'nin Arizona Üniversitesi'ndeki Konuşma ve İşitme Bilimleri Bölümü'nden Prof. Dr. Daniel R. Boone, bu ayırtıcı özellikleri şöyle sıralamış:

- Bir solukta söylediğimiz sözcüklerin sayısı: Kimimiz bir solukta az sayıda sözcük söylerken kimimiz daha çok sayıda sözcük söyler.

- Konuşma hızımız: Olağan konuşma hızı yaklaşık olarak dakikada 150 sözcüktür. Bu sürede daha fazla ya da daha az sayıda sözcük söylüyorsa bu, sesimizin kendine özgü özelliğini daha da belirginleştirir.

- Konuşma ritmimiz: Tek bir soluk alıştır söylediğimiz sözcüklerin sayısı konuşma hızımız konuşma ritmimizi belirler. Konuşurken kullandığımız melodi ve konuşma aksanı,

ses tonumuzdaki değişimler sesimizin belirleyici özellikleridir.

- Soluk almadaki rahatlığımız: Kimimiz konuşurken yeterli miktarda soluğa sahip olmama konusunda endişeye kapılır. Kimimizse soluğu hiç bitmeyecekmiş gibi gelir. Alışkanlık haline gelen bu tür soluk alma biçimleri sesimizin özelliğini belirler.

- Ses perdesi: Ses perdesi, kişiden kişiye farklılık gösterir. Hatta aynı yaşta ve cinsiyeteki kişiler arasında bile farklılık gösterir. Ses perdemizin ne kadar yüksek ya da alçak olduğu sesimizin başka seslerden ayırt edilebilmesi konusunda önemli bir unsurdur.

- Sesimizin kuvveti: Sesin kuvveti, doğal olarak, konuştuğumuz ortama göre değişir. Ancak bazı insanlar her türlü ortamda daha kuvvetli ya da daha yumuşak bir ses tonuyla konuşurlar.

- Sesimizin göreceli olarak dinginliği ya da gerginliği: Sesimizin tonundan ne kadar dingin ya da gergin olduğumuz anlaşılır. Sesimizin nasıl çıktığı, içinde bulunduğumuz koşulu yansıttığı gibi, aynı zamanda psikolojik durumumuza ilişkin fikir verir.

- Ruhsal durumumuz: Sesimizin özgün yapısı ruh halimizden, yani mutlu, üzgün, heyecanlı, sıkıntılı, endişeli veya iyimser olmamızdan etkilenir.

- Sözcükleri söyleyişimizdeki anlaşılabilirlik

düzeyi: Konuşma biçiminin ya da söyleyişin anlaşılabilirliği kişiden kişiye büyük farklılıklar gösterir. Bazı kişiler konuşurken, sözcükleri değişik biçimde vurgular ya da söylerler. Bazıların küçük ya da büyük söyleyiş sorunları vardır. Örneğin, bazı insanlar "r" leri düzgün çıkarmada güçlük çeker, bazılarıysa peltek konuşur. Söyleyiş farklılıkları, konuşma biçimimizi başkalarından ayıran başlıca davranışlardır.

- Sesimizin tınısı: Sesimiz, büyük ölçüde tınısı yoluyla tanınır. Konuşurken, dilimizin pozisyonu, ağızımızın açıklığı sürekli değişir. Bunlar da sesimizin özgün olmasına katkıda bulunur.

İşte, konuşurken bütün bu konuşma-ses eylemleri bir araya gelir ve bunun sonucunda ortaya yalnızca kendimize ait olan özgün sesimiz çıkar.

miz uzun ve gevşekse, tıpkı keman tellerinde olduğu gibi, düşük perdeli sesler üretilir. Daha kısa ve gerginse ses tellerimiz, yüksek perdeli sesler üretir. Konuşurken ve şarkı söylerken, ses tellerimizin uzunluğunu ve gerginliğini sürekli olarak değiştiririz. Gırtlığımızdaki kaslar ve ses tellerimiz söylemek istediğimiz perdeyi ortaya çıkarabilmek için kendiliğinden kasılıp gevşer. Herbirimizin üretebildiği ses perdesinin farklı oluşundan dolayı, sesler, tizden pese doğru, genel anlamda dört grupta sınıflandırılır: soprano, altı, tenor ve bas.

Ses tellerimiz günlük yaşamda saniyede 100-1000 kez titreşir. Titreşim hızı arttıkça sesin perdesi yükselir. Kadınlar ve erkeklerde, konuşma sırasında ses tellerinin titreşim sıklığı farklıdır. Bir kadın konuşurken, ses telleri ortalama saniyede 250 kez titreşirken, erkekte ortalama 130 kez titreşir. Kadınların sesinin erkeklerinkine göre daha ince olması da, ses tellerinin daha kısa ve ince oluşundan dolayı daha sık titreşmesinden kaynaklanır. Opera sanatçıları, bir aryaı söylerken zaman zaman olağanüstü tiz sesler çıkarırlar.



1. Bir mezo-sopranonun ses telleri, soluk alırken açılıyor. Ses tellerinin bitiştiği nokta aynı zamanda gırtlak çıkıntısının olduğu yerdir. 2. Ses oluşurken, ses telleri birbirlerine hızla çarparak kapanıyor ve ancak saniyenin küçük bir bölümü kadar sürede açılıyor. Ses tellerinin üzerindeki kırmızımsı nodül, ses tellerinde bir rahatsızlık olduğunu gösteriyor. 3. Şarkıcı yüksek "do" notasını söylerken ses telleri saniyede 515 kez titreşiyor.

Böyle zamanlarda, ses telleri yaklaşık olarak saniyede 1400 kez titreşir.

## Sesimiz Güzeleşebilir

Şöyle bir olay düşünelim: Genç bir kadınla genç bir erkek bir partide ilk kez karşılaşır ve birbirlerine ilgi duymaya başlarlar. Sonra erkek cesaretini toplayıp tanışmak için ilk atağı yapar ve genç kadına "Benimle dans eder misiniz?" diye sorar. Ancak genç

kadın bunu duyunca birden irkilir. Çünkü görünüşünden oldukça hoşlandığı bu genç erkekten böyle kadınsı bir sesi kesinlikle beklememiştir!

Hepimiz günlük yaşamda buna benzer olaylar yaşamışızdır. Sesimiz değişik nedenlerden dolayı zaman zaman değişime uğrar ya da kısılır. Kimimiz, sesinin bozukluğunun ya da onu yanlış kullandığının bilincinde olmadan onu yıllarca yanlış kullanır ve bunun sonucunda sesiyle ilgili iş ya da özel yaşamında sorunlarla karşılaşır. Ancak günümüzde sesle ilgili pek çok sorunun tedavisi mümkün. Burada göz önünde bulundurulması gereken, sesimizin aslında olağanüstü karmaşık bir olgu olmasıdır. Ses dediğimizde, işin içine pek çok uzmanlık alanı girer. Bunların arasında, şan, düzgün konuşma, konuşma-dil patolojisi, dilbilim, fonetik, laringoloji, psikiyatri ve akustik sayılabilir.

Ses telleriyle ilgili rahatsızlıklar, hastanelerin kulak-burun-boğaz kliniklerinin foniyatri ve odyoloji servislerinde tedavi ediliyor. Bu servise daha çok, işleri gereği seslerini sıklıkla kullanan hastalar başvuruyor. Bunlar arasında, yıllarca yanlış teknikte şarkı söyleyen şarkıcılar, öğrencilerine "sözlerini geçiremeyen" öğretmenler, hukukçular, santral memurları, oyuncular ve mitingden mitinge koştuktan sonra sesleri kısılan politikacılar olabiliyor.

Hastalara yapılan testlerden en önemlisi, sesin bir uzman tarafından dinlendiği testtir. Bu test sırasında hastaların seslerini değişik biçimlerde kullanmaları isteniyor. Hastalarla sohbet ediliyor; onlardan bir metni yüksek ve alçak sesle okumaları, yüksek sesle bağırma, bazı tonları kesintisiz ve değiştirmeden söylemeleri, değişik üç tonu söylemeleri isteniyor. Bu sırada uzman, hastanın ses özelliklerini tespit ediyor. Test sırasında ayrıca, ses tellerinin titreşimindeki düzensizlikler gibi uzmanın duymadığı ses özellikleri bilgisayarlar yardımıyla kaydediliyor. Hastanın sesinin dinlendiği bu test sonucunda uzmanlar genellikle hastanın ne tür bir sorunu olduğu konusunda fikir sahibi olabiliyorlar. Hastaların ses tellerinde vokal nodüller, polipler, kistler ya da tümör olabiliyor; kimi zaman da "vokal kord paralizi" denilen hastalık hastanın konuşamamasının nedeni oluyor. Bu hastalık-

## Sesimize İyi Bakıyor muyuz?

Sesimize pek de iyi bakmadığımız konusunda, sesle uğraşan neredeyse bütün uzmanlar hemfikir. Kilomuza dikkat ediyor, spor yapıyor, yüz bakımı uyguluyoruz, ama sesimize iyi bakmak aklımızın ucundan bile geçmiyor. Ne zaman ki sesimiz kısılıyor ya da tamamıyla yok oluyor, o zaman bir şeyler yapmamız gerektiğinin farkına vanyoruz. Bu şekilde davranmamız belki de sesimizi oluşturan düzeneği göremememizden kaynaklanıyor. Ancak sesimizin sağlıklı ve güzel çıkması en az dış görünüşümüz kadar önemli. Kulağa hoş gelen bir ses, üzerimizde sesin sahibi hakkında son derece olumlu bir etki bırakıyor.

Eski çağlara baktığımızda, Eski Yunanlılar ve Romalılarda, ses eğitiminin, genel eğitimin önemli bir bölümü olduğunu görüyoruz. Toplumsal yaşama katkıda bulunmayı amaçlayan her erkek, bir ses uzmanından doğru soluk alma, düzgün konuşma ve şarkı söyleme dersleri almaya zorunluydu. Ancak günümüzde çoğumuzun bunlara zaman ayırması güç. O nedenle, uzmanların, en azından ses bakımıyla ilgili önerilerini önemsememiz yerli olur. Uzmanlara göre:

1. Sigara içmemeliyiz. Sigara dumanı, ayrıca alkollü içecekler ve kışkırtıcı ortamlarda uzun süre bulunma ses tellerini tahriş eder, hatta kurumalana yol açar.

2. Bol miktarda sıvı tüketmeliyiz; ve soluduğumuz havanın kuruluğunu azaltmak için olabildiğince burnumuzdan soluk almalyız.

Ayrıca, boğazımızı ses çıkararak temizlemeliyiz. Bu, ses tellerini, yarı saat konuşmak kadar yorar. Boğazı temizlemek amacıyla öksürmek daha doğru olur.

Sesimize özen göstermemize rağmen konuşurken zorlanıyorsak ve sesimiz kısılıyorsa büyük olasılıkla kronik olarak fazla tiz ya da pes bir perdeden konuşuyoruz. Oysa sesimizin hep sağlıklı ve güzel kalması için ses tellerimizi yıpratmadan konuşmalıyız. Bu ancak "doğal" sesimizle, yani gerçek sesimizle konuşmakla mümkün olur. Çok az bir çaba göstererek ürettiğimiz sese doğal ses denir. Doğal sesimizle konuşurken, yapımız uygun olan perdede konuşuruz. Doğal sesin çıkması için, soluk alma, ses tellerinin titreşimini sağlayarak konuşma ve tınlama gibi doğal düzenekler arasında doğal bir dengeyi bulmak gereklidir.

Peki doğal sesimizi nasıl keşfedebiliriz? Konuşurken zorlanmadan soluk alıp veriyoruz, konuştuğumuz ses perdesi gırtlığımızda çok az bir kas gücünü gerektiriyorsa ve sesimizin tınısı pürüzsüz ise, doğal sesimizle konuşuyoruz demektir. Sesin üç bileşeni olan soluk alıp verme, ses tellerinin titreşimi ve tını dengeli ve neredeyse hiç güç sarf etmeden çalışır. İnsan sesiyle ilgili olarak çalışan uzmanlar, sesimizin kaliteli çıkması için ayrıca "odağının" iyi olması gerektiğini söylüyorlar. Odağı iyi olan ses, sanki ağzın merkezinden, dilin tam üzerinden çıkıyormuş gibi gelir.



ta, aslında birer kas olan ses telleri, sinirler tarafından uyarılmadıkları için açılıp kapanamaz, hareketsiz kalır. O nedenle de kişi konuşamaz.

Ses tellerindeki bu hastalıkların ortaya çıkmasının nedeni, genellikle hastaların bir kısmının seslerini aylarca, hatta yıllarca yanlış kullanmalarından kaynaklanıyor. Aşırı yüksek ya da düşük bir perdeden konuşmak, sesi aşırı zorlamak, soluğu yanlış kullanmak, klimalı ortamlarda sık sık konuşma yapmak, sigara içmek, aşırı alkol tüketmek ses tellerimize büyük ölçüde zarar verir.

Foniatrik tanı, özellikle ses sanatçılarının, seslerini yalnızca fazlasıyla zorlamakla kalmayıp, aynı zamanda yanlış alınan şan eğitimi sonucunda seslerini sistematik olarak yanlış geliştirdiklerini ortaya koyuyor. Sesle uğraşan uzmanlar, bunun nedeninin profesyonel ses sanatçılarının ya da şan öğretmenlerinin, sesimizin oluştuğu düzeneğin fizyolojisini çok iyi bilmemelelerinden kaynaklanabileceğini düşünüyorlar.

Hastalar, seslerinin rahatsızlığıyla ilgili tanı konduktan sonra, uzmanlardan sesleriyle ilgili endişelenecek bir durum olmadığını öğreniyorlar. Çünkü sesimiz, örneğin kulaklarımız gibi, bedenimizin kesinlikle değiştirilemeyen bir olgusu değil. Ses tellerimiz eğitilebilir, biçimleri değiştirilebilir, onları tıpkı bir müzik enstrümanı gibi kullanabiliriz. İşte bu nedenle hastaların birçoğu, ses tellerindeki organik bozukluk giderildikten sonra, bir ses ve konuşma uzmanına gönderiliyor. Bu uzman hastalara seslerini doğru kullanmalarını öğretiyor.

## Sesimizi Görebiliriz

Tanı aşamasında hastalara seslerinin nasıl oluştuğu, yani olağan zamanlarda kesinlikle göremeyecekleri ses telleri gösteriliyor. Böylece doğru "çalmaları" beklenen müzik enstrümanları olan ses tellerinin nasıl çalıştığını görebiliyorlar.

Günümüzde tıbbın değişik alanlarında, hastanın bedeninde kesik açma-

dan yapılan ameliyatlarda kullanılan endoskopi yöntemi, ses tellerinin tedavisinde de kullanılıyor. İnsanın sesinin gırtlakta nasıl meydana geldiğinin görülebildiği bu yöntem sırasında ses telleri 10-15 kez büyütülüyor. Muayene, "videostroboskopi" ve "transsimülasyon" yöntemlerinden yararlanılarak yapılıyor.

Videostroboskopide, ucunda bir mercek sistemi olan bir çubuk hastanın boğazına veriliyor. Stroboskop, titreşen ses tellerini, hareketleri videoda 100 kez daha yavaş görülebilecek biçimde görüntülüyor. Böylece, örneğin bir saniyede bir titreşim görülebiliyor. Bu görüntüleme yönteminde ses telle-

düler olabiliyor. Bu tür hastalıklar eskiden ancak genel anestezi altında cerrahi müdahalelerle giderilebiliyordu. Günümüzdeyse ses tellerindeki bu tür organik bozukluklar, kum tane-si büyüklüğündeki şişlikleri bile fin-dık büyüklüğünde gösteren stroboskop kameraları yardımıyla ayakta tedavi ediliyor.

Ancak sesin tedavisi sırasındaki en önemli yardımcı unsur kulağımızdır. Ses tellerinin ameliyatı sırasında uzman hastadan belirli aralıklarla bir melodiyi söylemesini istiyor. Uzman, lokal olarak uyuşturulan ses telleri üzerindeki organik bozukluğu hafifçe kazıyarak temizlerken, her kazıma hareketinden sonra belirli bir sesi çıkarmasını rica ediyor. Ses, berrak ve sağlıklı gelmeye başladığı anda ameliyat sona eriyor. Ameliyattan sonraki üç günü konuşmadan, suskun geçirmesi gereken hasta sonunda sağlıklı sesine kavuşuyor.

## Pavarotti'nin Ses Telleri Özel mi?

Bir insanın gırtlığına videostroboskopiyle bakarak onun nasıl bir sese sahip olduğunu anlayabilir miyiz? Bir insanın ses tellerinin yapısından onun çok yetenekli bir şarkıcı olduğunu ya da olabileceğini görebilir miyiz? Kısaca, Pavarotti'nin ses telleri bizimkilerden yapısal olarak farklı mıdır?

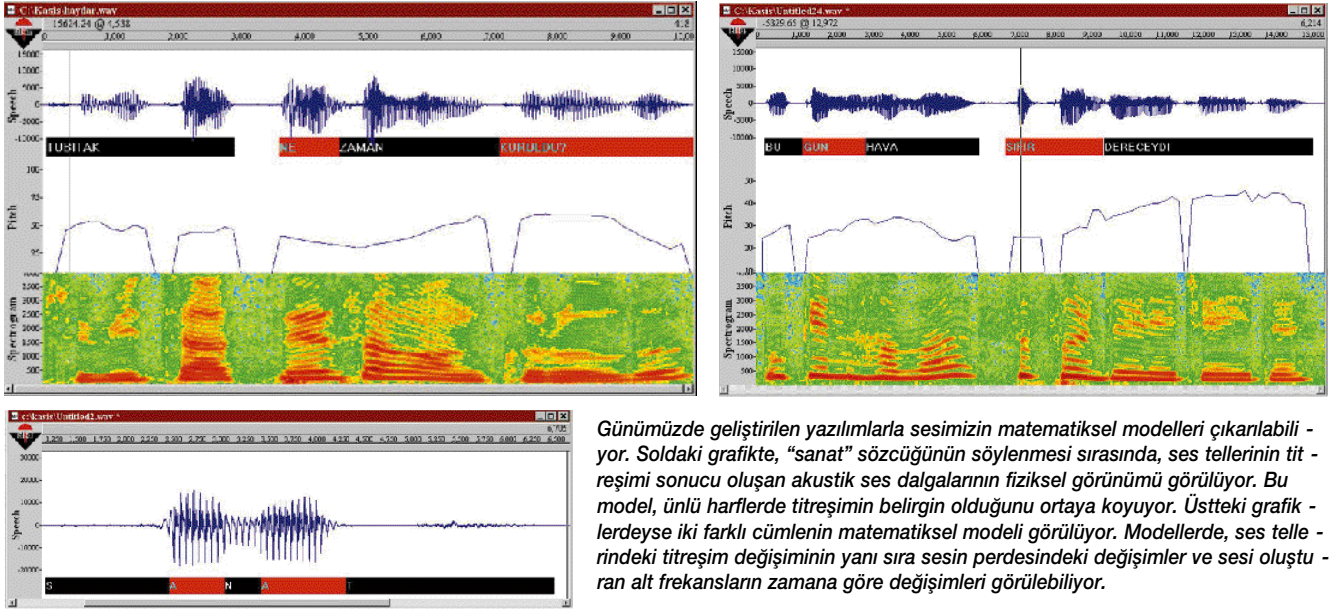
Bir insanın gırtlak ve ses tellerinin yapısına bakarak onun yetenekli bir şarkıcı

olup olmadığı konusunda bir şey söyleyemeyiz. Anatomik olarak Pavarotti ile tenor düzeyinde ses perdesine sahip herhangi bir erkeğin gırtlak yapısı benzerdir. Bir sesin tınısı, yalnızca ses tellerinin titreşiminin ürünü değil, neredeyse bütün bedenin katkıda bulunduğu bir sanat ürünüdür. Bazı seslerin kuvvetli, bazılarının kısıp çıkmasını sağlayan solunum borusunun üst kısmı; göğüs ve karın kasları; gırtlaktaki ve artikülasyonu (boğumlanmasını) sağlayan düzenekteki kaslar, hepsi birden karmaşık bir işbirliği içerisinde hava basıncını ve ses tellerinin uzunluğunu, gerginliğini, esnekliğini ve biçimini düzenlerler. Böylece de sesimi-



rinin hareketi tıpkı yan yana duran iki perdenin arasından bir hava akımının geçmesi sonucunda perdelerin aralanıp kapanmasına benziyor. Stroboskop yardımıyla hastanın gırtlığının içini görüntüleme işlemi sırasında, ayrıca dıştan, hastanın boğazının ön kısmına bir ışık kaynağı tutuluyor. Böylece hastanın solunum borusu ekranda kızıl renkte görünüyor. "Transsimülasyon" adı verilen bu yöntemle, titreşen ses tellerinin alt kısmı, ayrıca yüzeyleri de görüntülenebiliyor.

Muayene sırasında, en başta, kronik ses kısıklığına yol açan etkenler görülebiliyor. Ses tellerinde polipler, ödemler, şarkıcıların çok korktuğu no-



Günümüzde geliştirilen yazılımlarla sesimizin matematiksel modelleri çıkarılabilir. Soldaki grafikte, "sanat" sözcüğünün söylenmesi sırasında, ses tellerinin titreşimi sonucu oluşan akustik ses dalgalarının fiziksel görünümü görülmüştür. Bu model, ünlü harflerde titreşimin belirgin olduğunu ortaya koyuyor. Üstteki grafiklerdeyse iki farklı cümle için matematiksel model görülmüştür. Modellerde, ses tellerindeki titreşim değişiminin yanı sıra sesin perdesindeki değişimler ve sesi oluşturan alt frekansların zamana göre değişimleri görülebiliyor.

zin perdesi, yüksekliği ve tınısı ortaya çıkar. Bir cümleyi ya da bir melodiyi söylerken, olağanüstü bir eşgüdüm içinde, yaklaşık olarak 50 kasımız harekete geçer. Ancak Pavarotti gibi opera sanatçıları bu sayı bir arya sırasında çok daha fazladır. Sanatçılar, şarkı söylerken bütün bedeninin olanaklarından yararlanırlar.

## Sesin Matematiksel Modelleri

Televizyonu ya da müzik setini yalnızca belirli komutlar vererek kullandığımız, yazılarımızı bilgisayara söyleyerek yazdığımız, kapıları tek komutla açtığımız günler, öyle sanıyoruz ki pek de uzak değil. Çünkü sesimizin modelendiği, çeşitli özelliklerinin ve parametrelerinin belirlendiği, bunların kullanılarak konuşulanın ya da konuşanın tanındığı, yapay konuşmanın oluşturulduğu konuşma işlemiyle ilgili çalışmalar teknolojik gelişmelere bağlı olarak son yıllarda ivme kazandı. Konuşma işlemi çalışmalarında, sesin tanınmasına yönelik olarak yapılan araştırmalar daha çok adli uygulamalar ve dilbilimde kullanılırken, ses sıkıştırmaya yönelik olarak yapılan araştırmalar haberleşme teknolojilerinde kullanılıyor.

Bilgisayar teknolojisi sayesinde oluşturulabilen matematiksel ses modelleri, özellikle haberleşme teknolojilerinde önem kazanıyor. Haberleşme teknolojisinde amaç, sınırlı sayıda hat üzerinden abone kapasitesini olabildiğince artırmaktır. Ancak insan sesi çok

değişkendir ve fazla parametreye sahiptir. Bu yüzden ses sıkıştırma çalışmalarında algıya yönelik parametreler kullanılır. Gerçek mesajdan, mesajın anlamını bozmayacak sıklıkta örnekler alınır. Bu örnekler algıya yönelik olarak kodlanıp alıcıya, böylece gerçek mesaj yerine yalnızca bu kodlanmış örnekler topluluğu gönderilir. Alıcı, gelen kodları çözerek yeniden anlaşılır hale sokar. Sesin kodlanması sırasında kullanılan algoritmaya bağlı olarak seste kayıplar olur. Bu kayıpları en aza indirgeyen, daha verimli kodlama yapabilecek algoritmalar konusunda araştırmalar yapılmaktadır. İşte bu nedenle ses sıkıştırma çalışmalarında matematiksel modellerden yararlanılır.

Ülkemizde, matematiksel ses modelleri yardımıyla ses tanıma ve ses sıkıştırma konularındaki araştırmalar, değişik üniversitelerde ve kurumlarda yapılıyor. TÜBİTAK bünyesindeki Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü (BİLTEN) bu konuda araştırma yapan kurumlardan biridir. Araştırmalar, kurumun Konuşma İşleme Grubu tarafından yürütülüyor. 1991 yılında kurulan grup bugüne kadar, konuşma kodlama, konuşmacıdan bağımsız/bağımlı ayırık ve birleştirilmiş sözcük tanıma ve metinden bağımsız konuşmacı tanıma konularında araştırma-geliştirme çalışmaları yaptı.

Konuşma İşleme Grubu, sesin matematiksel modellerini, geliştirdiği KASIS adlı bir bilgisayar programı yardımıyla yapıyor. Program sayesinde, insanın konuşurken ya da şarkı söylerken

ses tellerinin havada yarattığı titreşim, ses perdesindeki değişimler ve sesi oluşturan alt frekansların zamana göre değişimleri görülebiliyor.

İnsanın sesi, doğada var olan en renkli, kendini ifade yeteneği en yüksek iletişim aracıdır. Aslında hepimiz, sesimiz söz konusu olunca, ses sanatçıları kadar yetenekliyiz. Düz konuşmanın dışında, sesimizin olağanüstü ifade yeteneğiyle duygularımızı ifade ediyoruz. Sesimizle sevgi ve nefretimizi belli ediyor, ince ince alay ediyor, değer verdiğimiz ya da küçümsediğimizi belli ediyoruz. Tüm bunları, ses tonumuzu, sesimizin gücünü, tınısını, vurguyu, telaffuzu ve konuşma hızını değiştirerek yapabiliyoruz. Sesimizin bu yetenekleri sayesinde söylediklerimize kimi zaman farklı anlamlar katabiliyor, bambaşka etkiler yaratabiliyoruz.

Sesimiz gerçekten de olağanüstü bir enstrüman. Önemli olan, bu enstrümanımızı doğru çalmamız, onun yeteneklerinin farkına varmamız ve ona iyi bakmamızdır.

Ayşegül Yılmaz Güneş

Konu Danışmanları:

Erol Belgin<sup>1</sup>, Mübeccel Demirekler<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Prof. Dr., HÜ, KBB, İşitme-Konuşma ve Denge Bozuklukları Ünitesi

<sup>2</sup>Prof. Dr., ODTÜ, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar:

Nice, D., *The Illustrated Story of Opera*, Chartwell Books, 1994

Rist, C., "The Physics of ... Singing", *Discover*, Ağustos 1999

Boone, D., *Is Your Voice Telling On You?*, Whurr Publishers, 1997

Martin, S. ve Darnley, L., *The Teaching Voice*, Whurr Publishers 1997

Romberg, J., "Die Stimme", *GEO*, Aralık 1998

Pittam, J., *Voice in Social Interaction*, SAGE Publications, 1994

Eckert, H. ve Laver, J., *Menschen und ihre Stimmen*, Beltz, 1994

Özdemir, E., *Anlatım Sanatı/Kompozisyon*, Remzi Kitabevi 1998

Shames, G. H., Wiig, E. H. ve Secord, W. A., *Human Communication Disorders*, Macmillan, 1994



# Müzik ve Fizik

*Bilim adamlarının, özellikle de fizikçilerin müzikle aralarının iyi olduğu bilinen bir gerçektir. Hatta, bazıları gerçekten iyi birer müzisyendir. Ne var ki, okulda, müzik ya da fizik derslerinde, ikisinin arasındaki ilişkiden hemen hemen hiç söz edilmez. “Müzik bir sanattır. Fizikle ne ilgisi olabilir” denilebilir. Evet, müzisyen olmak için belki fizik bilgisine sahip olmak gerekmiyor. Ancak, müzik yapmamıza olanak tanıyan ses ve onu üreten çalgıların çalışma biçimi çok basit fizik bilgisiyle anlaşılabilir.*

**S**esi en yalın biçimiyle, “işitme duyularımızla algılayabildiğimiz dalga hareketi” olarak tanımlayabiliriz. Ses dalgaları, enerjinin bir tür yayılma biçimidir. Sesin kaynağıysa, kulağımızın algılayabileceği hızda titreşen herhangi bir cisim olabilir. Bir yaylı çalgının teli ya da bir hoparlörün diyaframı, ses kaynaklarına verilebilecek örneklerdir.

Kaynağı ne olursa olsun, ses dalgaları biçiminde yayılır. Bir gitarın sesini, onun tellerinin titreşiminin yaydığı enerjinin ses dalgalarıyla kulağımıza ulaşması sayesinde duyarız. Gitarın teli hangi frekansta titreşiyorsa, havayı da o frekansta titreştirir. Şimdi, titreşen bir gitar telini yavaş çekimde izlediğimizi düşünelim. Tele vurduğumuzda, ileri-geri gidip gelmeye başlayacaktır. İşte tel, bu gi-

diş-gelişleri sırasında havayı itip çeker. Titreşen tel enerjisini yavaş yavaş havaya aktarır ve havada periyodik bir basınç değişikliğine yol açar. Basıncıdaki bu değişim, havada ilerler ve dalgalar halinde her yöne dağılır.

Ses dalgalarının nasıl ilerlediğini daha iyi anlatabilmek için, ünlü domino taşları gösterisi iyi bir örnektir. Bu gösteri için, domino taşları, biri devrildiğinde ötekini devirecek biçimde dik olarak birbiri ardına dizilir. Dizinin başındaki taşı arkasındakine doğru devirdiğimizde, taşlar birbirini devirir. Taşları doğru dizdiyseniz en son taş kadar hepsi devrilir. Bu gösteride, baştaki taş verdiğimiz enerji, aradaki taşlar tarafından en son taş iletilmiş oldu. Sesin havada ilerleyiş biçimi de bunun gibidir. Sesin kaynağı olan titreşen cisim, yakınındaki hava moleküllerini titreştirir. Titreşen her hava molekülü bir ileridekini titreştirir. Böylece titreşim her yöne yayılır. Eğer bu ses bizim algılayabileceğimiz frekanstaydı ve yeterince güçlüyse, kulağımıza ulaştıktan sonra kulak zarımızın en yakınındaki moleküller titreştiğinde, kulak zarımızı da titreştirir. Bu titreşim sinirler yoluyla beynimize iletilir ve böylece sesi algılamış, yani duymuş oluruz.

Peki, hava olmasa ne olurdu? Yine domino taşlarımıza dönelim. Sadece baştaki ve sondaki domino taşı yerinde kalsın bu sefer. Aradaki taşları kaldıralım. Baştaki domino taşını devirdiğimizde, sondakinin de devrilmesini bekleyebilir miyiz? Bekleyemeyiz. Bu düşünce deneyi, ses dalgalarının neden boşlukta ilerleyemeyeceği konusunda bizi aydınlatıyor. Ses dalgaları boşlukta ilerleyemez; çünkü, titreşimi iletecek herhangi bir madde yok arada.



*Bu basit çalgının anavatanı Madagaskar'dır. Çalgı, bambu gövdesinden yapılır. Teller, bambunun gövdesinden soyulur, tel uçlarını gövdeden ayrılmaz. Tellerin gerginliği, altlarına sokulan tahta parçalarıyla sağlanır. Çalgıcı, boruyu dik tutar ve telleri parmaklarıyla tınlatır.*

## Sesi Müzik Yapan

Doğal olarak her ses müzik değildir. Peki, müzik nedir? Bunu anlatabilmek için, çok basit fakat müzik olmadığı hemen herkesçe onaylanabilecek bir sesle başlayalım. Herhangi bir istasyona ayarlı olmayan bir radyodan çıkan sesi düşünelim. Fizikçiler, buna "beyaz gürültü" derler. Beyaz gürültüye verebileceğimiz bir başka örneğe alkıştır. Büyük bir salonda bulunan kalabalık bir grup ellerini rastgele çırparsa, el şekillerini tek tek ayırmak olası değildir. Alkış düzgün, sürekli bir ses olarak algılarız.

Beyaz gürültüyü zaman içinde hiç değişim göstermeyen, "sonsuzda değin süren" bir gürültü olarak tanımlayabiliriz. Ancak, bu gürültü zaman içinde bir miktar değişim gösterirse dinleyiciye anlamlı gelmeye başlayabilir. Örneğin bu sesin üzerine biraz martı sesi ekleyelim. Şimdi, bu ses bize gürültü gibi mi geliyor yoksa kumsala vuran dalgaların sesi gibi mi? Sesi pek değiştirmeden dinleyiciye anlamlı gelebilecek bir biçime soktuk. Bu durumda, müziği, "Dinleyiciyi etkileyen, ona anlamlı gelen sesler" olarak tanımlayabilir miyiz?

Sesin havadaki titreşimler yoluyla iletilmesine değinmiştik. Kulağımız belli aralıktaki frekansları işitebilir. Bu saniyede yaklaşık 20 ile 20 000 titreşim aralığıdır. Frekans, saniyedeki titreşim sayısıdır ve birimi (Hz) Hertz'dir. (Hertz, 19 yüzyılda radyo dalgalarının nasıl oluştuğunu keşfeden bilim adamının adıdır.) Bazı canlılar daha geniş bir frekans aralığını algılayabilir. Bu, köpeklerde 50 ile 45 000 Hz, kedilerde 45 ile 85 000 Hz aralındadır. Yarasalar 120 000 Hz'e, yunuslar 200 000 Hz'e kadar olan sesleri algılayabilirler.

Düşük titreşimli sesleri kalın (bas), yüksek titreşimli sesleriyse ince (tiz) algılarız. Sesin kalınlığına (ya da inceliğine) "perde" denir. Yüksek frekanslı sesler yüksek perdeli, düşük frekanslı sesler düşük perdeli seslerdir. Müzik konusunda iyi eğitilmiş kişiler, frekansı sadece 2 Hz farklı iki perdeyi bile birbirinden ayırabilirler.

Müzik, genellikle rastgele seslerden değil, belli frekanslardaki seslerin kullanımıyla yapılır. Bunlar, notalardır. Bir telli çalgının çalışma prensibini anlayarak, notaların nasıl ortaya çıktığını keşfedebiliriz. Evimizdeki herhangi bir telli çalgıyı bunun için kullanabiliriz. Eğer telli bir çalgımız yoksa, kendimize basit bir tane yapabiliriz. Bir parça tahta ve esnek bir tel (bir gitar teli ya da misina olabilir) kullanarak çalgıyı yapabiliriz. Yaklaşık yarım metre uzunluğundaki tahtanın iki ucuna çiviyle tutturarak gereceğimiz telin altına, tahtanın iki ucuna yakın yere, birer destek koymalıyız ki tel tahtadan biraz uzaklaşsın ve serbestçe titreşebilsin. Destek olarak bir kalem kalınlığında iki tahta parçası kullanabiliriz.

Çalgımızın teline, telin herhangi bir yerine parmağımızı bastırmadan vurduğumuzda çıkan sese armonik denir. Bu, aynı zamanda, tek telli çalgımızın çıkarabileceği en kalın sestir. Buna "çalgının temel frekansı" da denir. Çalgımızın temel frekansının 264 Hz olduğunu varsayalım. Bu frekans, bir piyanonun dördüncü oktavındaki "Do" notasının frekansıdır (Buna kısaca Do<sub>4</sub> diyelim). Telerin rastgele seçeceğimiz yerlerine parmağımızla bastırıp, tele vurarak değişik frekansta sesler elde edebiliriz. Bu seslerin çoğu bize anlamsız gelir. Ancak, parmağımızı telin tam ortasına basarak tele vurursak, kulağımıza daha anlamlı gelen bir ses duyarız. Bu, telin ikinci armo-

*Müzik sopası: Bu Uganda'da kullanılan, tek telli, basit bir çalgıdır. Sopanın iki ucuna gerilen telin titreşimi, bir uca yakın yerleştirilmiş perdelere basılarak değiştirilir. Böylece bir telden farklı sesler elde edilir.*







Do <sub>4</sub>	Re <sub>4</sub>	Mi <sub>4</sub>	Fa <sub>4</sub>	Sol <sub>4</sub>	La <sub>4</sub>	Si <sub>4</sub>	Do <sub>5</sub>
Frekans (Hz): 264	297	330	352	396	440	495	528
1,000	1,125	1,250	1,333	1,500	1,667	1,875	2,000

*Tek telli basit bir çalgının temel frekansını 1 kabul edersek, birinci armoniğin frekansı 2 olur. Birinci armoniği, telin tam ortasına basarak elde ederiz. Yukarıda, bir piyanonun 4. oktavındaki notaları, seslerin frekanslarını ve bu frekansların oransal ilişkisi gösteriliyor.*

niğidir. Bu ses, bir oktav yukarıdaki Do notasıdır (Do<sub>5</sub>) ve frekansı telin temel frekansının iki katıdır; yani 528 Hz'dir. Şimdi, telin yarı uzunluğunu tekrar ikiye bölelim; telin 1/4'üne basalım. Telin kısa tarafına vuralım. Duyacağımız ses yine Do (Do<sub>6</sub>) notasıdır, ama bu kez frekans dört katına çıktı. Yani, bir oktav daha inceldi.

Böylece, "oktav" kavramı kendiliğinden tanımlanmış oldu. Bir notanın bir oktav yukarısı, onun frekansının iki katı hızla titreşen ses anla-

mına geliyor. Burada görebileceğimiz gibi, oktavlar arası çok basit matematiksel bir ilişki var. Beynimiz bir şekilde, bu matematiksel ilişkiyi algılayabiliyor ve aralarında matematiksel bir ilişki bulunan sesler bize uyumlu geliyor. Aslında, telin tam ortasına göz kararı basmak zordur. Bunu, çıkan sesi dinleyerek yaparsak telin tam ortasını bulabiliriz. Müzik kulağı iyi olan biri telin tam ortasını çok hassas olarak bulabilir. Kulağımızın, gözümüze göre çok daha duyarlı bir ölçüm aleti olduğunu söylersek pek de yanılmayız.

Oktav, bir telin en basit biçimde bölünmesiyle elde edildiğine göre, değişik notalar oluştururken kuşkusuz ona da temel olacak. Bir oktav aralıklı iki Do sesi arasında nasıl bir sayısal ilişki varsa, öteki notalar arasında da benzer bir ilişki var. Eğer bir oktavı rastgele değil de belirli oranlarda bölecek olursak farklı notalar elde ederiz. Değişik kültürler, tarihte oktavı değişik oranlarda bölerek notaları elde etmişler. Batı kültüründe, bir oktav 7'ye bölünürken, başka kültürlerde farklı oranlarda ve miktarda bölünmüş. Çin'de bir oktav 5'e, Arabistan'da 17'ye, Hindistan'daysa 22'ye bölünmüş.

Günümüzde batı müziğinde genel olarak kullanılan sistem, oktavın 7'ye bölünmesiyle elde edilen 7 notalı sistemdir. Notalar arasında da matematiksel bir ilişki vardır. Şimdi, bu ilişkinin nasıl ortaya çıktığına bakalım. Oktavdan sonraki en önemli aralık

"beşli"dir. Bunun için tel üçe bölünür ve 2/3 oranındaki uzun bölümü titreştirilir. Beşli denmesinin nedeni, başlangıç boyundaki telle, boyu onun 2/3'ü oranındaki telin verdiği seslerin arasında beş notanın bulunmasıdır. Bu aralık, bir tenor ile bas ya da soprano ile alto arasındaki farktır. Bazı iki sesle söylenen şarkılarda, şarkıcılar sesleri arasında bir beşli farkla söylerler.

Bir başka aralıkta, dördü olarak adlandırılır ve teli 3/4 oranında bölerek elde edilen sesle orijinal ses arasındadır. Tüm bu notalarla elde edilen sesler, kulağa çok uyumlu gelir. Bu nedenle, çoğu geleneksel müzikte bu uyum gözlenebilir.

Telimizin temel frekansını 1 kabul edersek, ikinci armoniğin frekansı 2 olur (telin tam ortasına basarak elde ettiğimiz ses). Bu durumda yukarıda sözünü ettiğimiz bölünmeleri, ondalık sayılar biçiminde yazabiliriz. Bu durumda: 1 (1/1), 1,333 (4/3), 1,5 (3/2) ve 2 (2/1) sayılarını elde ederiz. Do<sub>4</sub>'ün frekansının 264 olduğunu biliyoruz. Bu frekansı, 4/3'le çarptığımızda, Fa<sub>4</sub>'ün frekansı olan 352'yi; 3/2'yle çarptığımızda Sol<sub>4</sub>'ün frekansı olan 396'yı elde ederiz. 2'yle çarptığımızda zaten bir oktav yukarıdaki Do<sub>5</sub>'in frekansını bulacağımızı biliyoruz. Bu dört notadan oluşan nota takımının, Orpheus'un çalgısı Lir'in akordu olduğu söylenir.

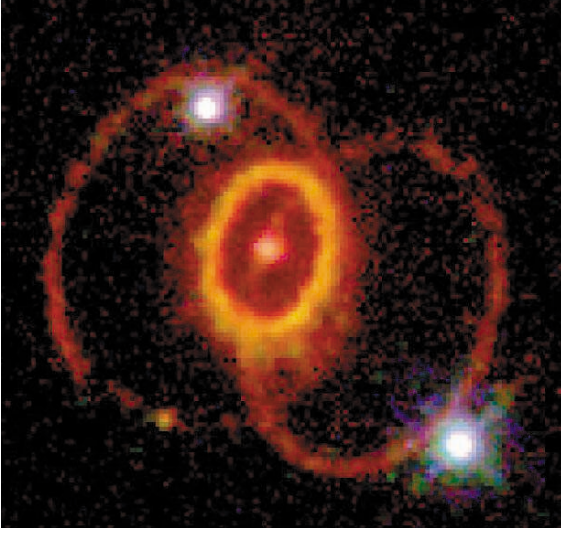
Bugün kullanılan 7 notalı sisteme göre sayısal bölünmeyi sürdürürsek, yedi notaya karşılık gelen frekans oranları şöyle olur: Do (1), Re (1,125), Mi (1,250), Fa (1,333), Sol (1,500), La (1,667), Si (1,875). Do<sub>4</sub>'ün frekansını 264 olarak bildiğimize göre, 264'ü bu sayılarla çarparsak, öteki notaların frekansını elde edebiliriz. Buna göre, Re<sub>4</sub> 297, Mi<sub>4</sub> 330, Fa<sub>4</sub> 352, Sol<sub>4</sub> 396, La<sub>4</sub> 440, Si<sub>4</sub> 496, Do<sub>5</sub> 528 olmaktadır.

Görüldüğü üzere, ses ve müzik fizik ve matematikle yakından ilişkilidir. Sesin nasıl oluştuğunu, yayıldığını; notaların nasıl oluşturulduğunu, aralarında nasıl bir ilişki olduğunu çok basit fizik ve matematik bilgisiyle anlayabiliyoruz.

Alp Akoğlu

Kaynaklar  
Taylor, C., Exploring Music, Institute of Physics Publishing, Bristol, 1994  
Johnston, I., Measured Tones, Institute of Physics Publishing, Bristol, 1994





# Füzyon Makinesiyle Gökbilim

ABD'nin New Mexico eyaleti Albuquerque kenti yakınlarında çölde düz çatılı, gösterişsiz bir binadaki makine, uzun süredir birbirine karşıt sorulara yanıt aramaktaydı: İnsanlık nasıl yok edilebilir, ya da nasıl rahat ve mutlu kılınabilir? Enerji Bakanlığı'nın Sandia Ulusal Laboratuvarları'ndaki görkemli makine, Dünya'nın en güçlü X-ışın kaynağı. Amacı, ABD'nin termonükleer silah stoklarının nasıl savaş hazır tutulabileceğini belirlemek ve daha gelişkin silah tasarımlarına yardımcı olmak. Araç, aynı zamanda insanlığı sınırsız ve ucuz bir enerji kaynağına kavuşturmanın yollarını da arıyor: Yapmaya çalıştığı, yıldızları taklit etmek. Onlar gibi, merkezinde sıcak atomları birleştirip enerji sağlamak.

Şimdilerdeyse Z Makinesi yeteneklerini gökbilimin hizmetine sunmuş bulunuyor. Kara delik ya da nötron yıldızı "kılıfına" girip, Chandra X-ışını uydusunun sağladığı verilerin yorumlanmasında bilim adamlarına yardımcı oluyor. Livermore Ulusal Laboratuvarı fizikçilerinden Mark Foord'a göre sonuçlar, kara delikler ve nötron yıldızları gibi maddenin son derece sıkışık konumları konusundaki bilgilerimizi derinleştireceği gibi, Evren'in gelişimi ve sonu konusundaki araştırmalara da ışık tutacak. Gene de kimlik bunalımındaki makine, insanlığın iyiliği ya da kötülüğü konusunda net bir seçim yapamıyor: Sandia fizikçilerinden Jim Bailey, bu çalışmayla ilgili olarak geliştirilecek yöntemlerin, yeni silahlar üretiminde kullanılabileceğini de vurguluyor!...

Gökbilimcileri Z Makinesi'ne başvurmaya iten neden, Evren'de çokça bulunan maddeler arasında en karma-

şıklarından biri olan demir. Chandra teleskopunun gönderdiği görüntüler içinde demirin imzasını çok farklı biçimlerde yorumlamak olanaklı. Bu durumda gökbilimciler kendilerini, usta aşçının yemek tariflerini, eyleme kendileri katılmadan boş mutfaklarda televizyon başında izlemeye çalışan ace mi yamaklara benzetiyorlar. Yakından gözleyemedikleri süreçler için ancak bazı varsayımlarda bulunabiliyorlar.

Sonunda Chandra görüntülerini inceleyen beş ayrı ekipte görevli araştırmacılar, Z-Makinesi'nin de, kara delik ya da nötron yıldızlarından gelenler gibi güçlü X-ışınları yayımlayabildiğini hatırlamışlar ve Sandia yetkililerine başvurmuşlar. Böylelikle maddenin uç yoğunluklarda bulunduğu bu gökci-simleri konusundaki kuramlarını deneylerle sıvama olanağına kavuşuyorlar. Gökbilimciler, örneğin nötron yıldızındaki yoğunluğun demir üzerindeki etkisiyle ilgili kuramsal hesaplarını bilgisayarlar yüklüyorlar ve bunlar da Chandra'dan gelen sinyalleri bu kodlara göre yorumluyorlar. Sandia'daki deneylerin sonunda bu kodların kökten değiştirilmesi gerekebilir.

Deneyler için 1 cm<sup>2</sup> alanında ve birkaç yüz angstrom kalınlığında demir parçacıkları, makinenin merkezindeki Z-sıkıştırma eksenine yakınlarına yerleştirilecek. Z-ekseni, manyetik alanın simetri eksenine anlamına geliyor ve güçlü manyetik alanlarla reaktör duvarına değmeden boşlukta tutulan sıcak iyonlaşmış gaz (plazma) bu eksen boyunca sıkışıyor. Z-sıkıştırması, enerjisini iyonları (elektronların bazılarının ya da tümünün çekirdek çevresindeki yörüngelerinden kurtulmuş

atomlar) ışık hızının büyükçe kesirlerine eşit hızlarla çarpıştırarak üretiyor. Eksen yakınına yerleştirilen küçük demir plakalar, reaksiyon sonunda 1 milyon derecenin üzerinde sıcaklıklara maruz kalıyor. Saniyenin birkaç milyarda biri kadar süren bu sıcaklık, metali de iyonize ediyor.

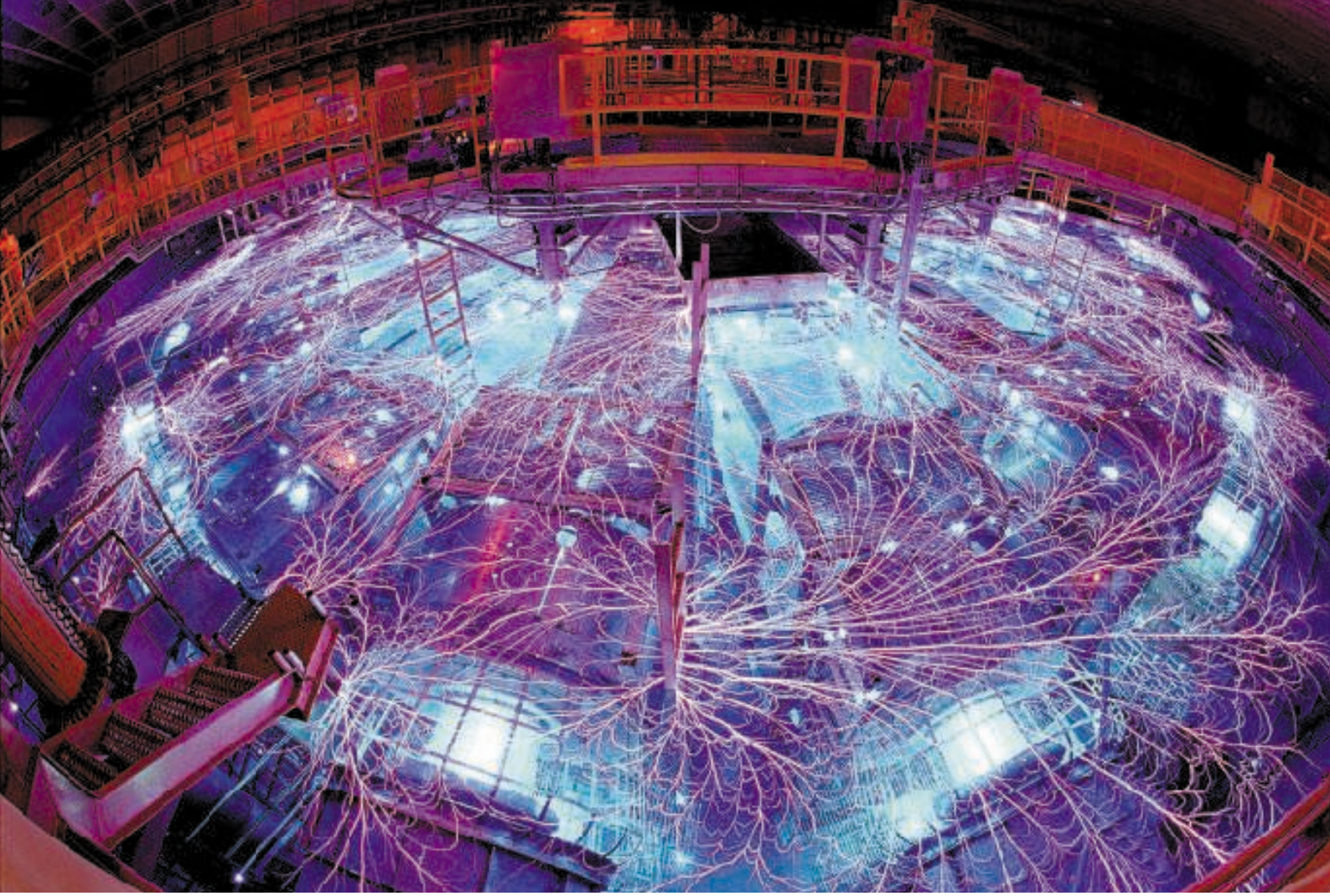
Deney ekibinden Foord, demirin binlerce tayf çizgisi bulunduğunu belirterek, "bu çizgilerin yerlerini biliyoruz; ama bunların şiddeti, nötron yıldı-zının iyonlaştırıcı sıcaklığında hangi elektronların, hangi sayılarda yörüngelerinden koptuğuna bağlı olarak değişiyor" diyor. Bu göreliliğin şiddetleri için varsayımlara dayanarak yapılan hesaplar kesin olmuyor. Bu durumda da gökbilimciler, öteki yıldız sistemlerinde demirin ne ölçüde iyonize olduğu, ya da olması gerektiği konusunda sağlıklı öngörülerde bulunamıyorlar. Foord, "Eğer gerçek değerleri laboratuvarla belirleyebilirsek, yıldızlardan sağlanan verileri daha kolaylıkla yorumlayabiliriz" diyor.

Z Makinesi'nde Ekim ayında yapılan iki deneyden olumlu sonuçlar alınmış. Değerlendirmelerin tamamlanmasından sonra birkaç ay içinde yeni deneylerin başlayacağı araştırmacılarca vurgulanıyor.

## Füzyon Enerjisi İçin Umut Işığı

Bu arada Sandia araştırmacıları, termonükleer enerjinin (füzyon) barışçı amaçlarla kullanılması çabalarına sekte vuran bir teknolojik darboğazın aşılmasını sağlayabilecek bir yöntem





*Sandia Ulusal Laboratuvarında bulunan, Dünya'nın en güçlü X-ışını kaynağı olan "Z-Makinesi", yıldızların enerjisini yer yüzünde yaratıyor*

önerdiler. Yöntem, üretilen enerjiyi aktaracak iletim hatlarının korunmasını sağlayacak.

Füzyon enerjisi, atomların yüksek basınç ve sıcaklıklar altında birleşerek bir başka elemente dönüşmesiyle sağlanan enerji. Sıcaklığı bir milyon dereceleri aşan merkezlerinde hidrojen atomlarını birleştirip helyuma çeviren yıldızların yaptığı bu. Aynı işi gerçekleştirip ucuz, temiz ve sınırsız bir enerji kaynağına kavuşmak da, on yıllardır insanlığın düşü. Ancak araştırmacılar, şimdiye değin bu işi ancak çok kısa sürelerde, termonükleer bomba denemelerinde gerçekleştirebildiler. Oysa, düzenli bir enerji elde edebilmek için ağır hidrojen izotoplarının, kontrollü bir biçimde ve sürekli olarak birleşmeleri gerekiyor. İşte Sandia araştırmacılarının gerçekleştirmeye çalıştıkları da bu. Ancak Z Makinesi güçlü olduğu kadar da pahalı. ABD hükümeti, bu makineyi, daha çok silah araştırmaları için kullanıyor. Makineyle yapılan, tek bir füzyon tepkimesi sağlayıp elde edilen verileri incelemek. Bu yolla, yeraltında yapılacak nükleer denemelere gerek kalmıyor. Oysa makinenin enerji üretiminde

kullanılabilmesi için, her birkaç saniyede bir, ağır hidrojen izotopları döteryum ve trityum karışımından oluşan, bezelye tanesi büyüklüğünde bir yakıt topunun "içe doğru patlatılması" (çöktürülmesi) gerekiyor. Birbirini izleyecek bu seri patlamalar, bir otomobil motorunun çalışmasına benzetilebilir. Farkı, kimyasal olarak etkileşen sıkıştırılmış benzin ve hava yerine, hidrojen izotoplarının birleşmesi. Ancak sorun şu: Tasarlanan termonükleer patlama, yalnızca hedefi yani, yakıt topunu yok etmeyecek. Bu yakıt topu, zaten birkaç saniyede bir yenilenecek. Sorun, hedefe bağlanan enerji iletim hatlarının iki metrelik bölümlerinin de patlamayla yok olacağının hesaplanması. Bu da Z Makinesi'nin bir enerji kaynağı olarak kullanılmasını olanaksız kılıyor. Çünkü, işe yarayacak füzyon enerjisinin kesintisiz olarak üretilmesi gerekli. Sandia araştırmacılarının, uzun süre aşılabilir gibi görünen soruna buldukları çözüm şu: Yenilenebilir enerji iletim hatları. Bunun için önerilen malzeme de lityum, ya da "flibe" diye adlandırılan florin, lityum, berilyum karışımı. Bu malzeme, ısı değiştirgeci işlevi görmeyen yanı sıra nötron

akımını da yavaşlatacak. Enerji iletim hatları, Noel ağacı süsleri gibi içi boş kürecikler biçiminde hazırlanmış bu kalkanların içine yerleştirilecek.

Önerilen düzenek şöyle çalışacak: İletim birimleri, teker teker tepkime odasına girecek biçimde bir kasnağın üzerine dizilecek. Odadaki her "ateşleme" ya da tepkimeden sonra, sıvılaşan lityum ya da flibe oda dışına atılacak ve ısıyla elektrik jeneratörlerini çalıştıracak. Tepkime için gerekli hidrojen izotopu trityum, bu erimiş metalden elde edilecek. Kullanılmış metal daha sonra kalıplara konarak yeni enerji hatları ve "Noel süslerine" dönüştürülecek.

Eğer gerçekleştirilebilirse, kontrollü füzyon yalnızca Dünya'nın enerji sorununu çözmekle kalmayacak. Araştırmacılar, füzyon enerjisinin olası müşterileri arasında uzay araçlarını, hatta gelecekteki uzay kolonilerini de sayıyorlar. Çünkü yakıt olarak kullanılan hidrojen izotopları, uzayda bolca bulunuyor.

Raşit Gürdilek

Kaynaklar  
NASA basın bülteni, 11 Kasım 1999  
<http://www.sandia.gov/media/NewsRel/NR1999/thermo.htm>



# Bulanık Mantık

*Bilgisayar, bilgiyi yalnızca "doğru" ya da "yanlış" olarak algılayıp, bir ve sıfırdan oluşan dizgeler halinde işlem yapar. İnsansa, bilgisayarın tersine, kısmi doğrular ya da yanlışlar üzerinden, duyularını ve tecrübelerini kullanarak işlemi gerçekleştirir. Bilgisayar için sıcak ya da soğuk vardır ama insan için soğuk, serin, normal, ılık ya da sıcak olabilir. Bilgisayarın sıcak ve soğuk içinde serini de tanımlayabilmesi için bulanık mantık (fuzzy logic) kullanılır. Bulanık mantık, bilgisayarın insan gibi davranmasını ve "akıllı" olmasını sağlar.*

**B**ULANIK MANTIK, bir tür makine zekasıdır. Bilgisayar bu zeka sayesinde tam olarak tanımlanmamış sistemleri sağduyulu bir yaklaşımla anlayıp kontrol eder. Bilgisayar, çevresindeki olayları sensörler kullanarak algılar. Bu bilgileri zekasıyla yorumlayıp bir sonuca ulaşır ve kontrol hareketi üretir. "Zeki" olmayan bir çamaşır makinesi, içindeki çamaşırın ne kadar kirli olduğuna bakmasızın yıkama işlemini daha önce programlandığı gibi sabit bir şekilde yapar. Öte yandan akıllı bir çamaşır makinesiyse, yıkama suyunu inceleyerek çamaşırların temizlenme durumuna bakar. Makine, "Eğer çamaşır çok kirliyse daha uzun yıka, az çamaşır varsa az su kullan" gibi önerme cümlelerine göre kontrol yapar. Elde ettiği sonuçlara göre yıkama programını değiştirir. Böylece, her zaman aynı şekilde yıkama yapan



"zeki olamayan" bir makine, bir insan gibi düşünüp yıkama şeklini çamaşıra göre belirleyen zeki bir makineye dönüşmüştür. Bu zeka, bulanık mantığın, çamaşır makinesini kontrol eden birimde kullanılmasıyla elde edilmiştir.

Bulanık mantığın temelinde belirsizlik (vagueness) yatar. Bertrant

Russell, yalnızca bir ve sıfırdan oluşan iki değerli mantığa karşı belirsizlik içeren ve  $[0,1]$  aralığında tanımlı olan mantık üzerine araştırma yapmıştır. Russell, bunun için eski çağlardan gelen yalancı paradoksunu kullanır:

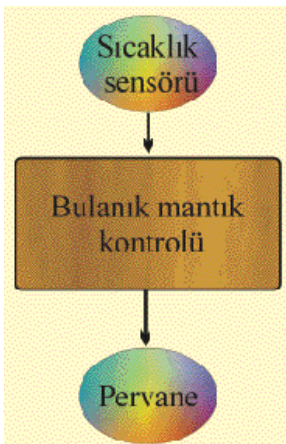
Giritli bir adam, tüm Giritlilerin yalancı olduğunu söylemektedir.

Eğer Giritli yalan söylüyorsa doğru, doğru söylüyorsa yalan söylüyor. İki değerli mantığa göre bu olanaksızdır oysa ki belirsizlik mantığına göre Giritli %50 doğru, %50 yalan söylüyordur. Belirsizlik mantığı, bu paradoksu "yarım doğru" olarak kabul eder. Bu  $[0,1]$  kapalı aralığındaki orta noktadır.  $[0,1]$  kapalı aralığında tanımlanmış problem artık bulanık mantık problemi olarak adlandırılır. "Giritli paradoksu" tek boyutlu bir bulanık mantık problemidir. Bulanık mantık problemleri birçok boyuta sahip olabilir. İki boyutlu bulanık mantık problemi için Sokrates ve Plato'nun yalancı paradoksu kullanılır:

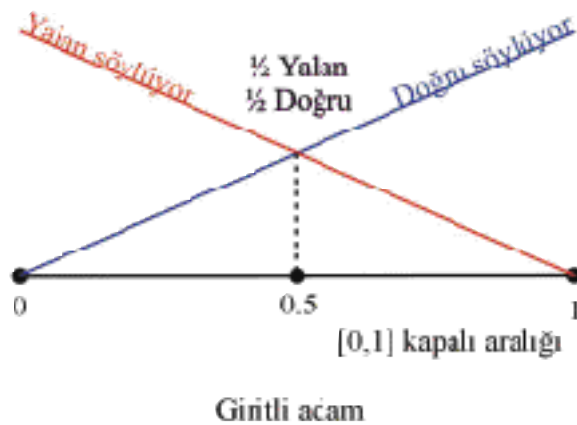
**Sokrates:** Plato'nun söyleyeceği şey doğrudur.

**Plato:** Sokrates yalan söylüyor!

Paradoksta, Sokrates'in doğru söylemesi, Plato'nun yalancı olmasını bu da Sokrates'in yalancı olmasını gerektirir. Aynı şekilde Plato'nun doğru söylemesi, Sokrates'in doğru, Plato'nun yalan söylemesidir. Paradoks, bulanık mantık kullanılarak iki boyutlu bir probleme dönüştürülür. Problem, ayrıtları bir birim olan kare düzlem içinde tanımlıdır. Karenin sola alt köşesi hem Sokrates'in hem de Plato'nun yalan söylediğini gösteren  $(0,0)$  noktasını, sağ üst köşesi ise her ikisinin de doğru söylediğini gösterir. Problemin paradoks halindeki biçimi  $(0.5, 0.5)$  noktasında dengede bulunmaktadır. Bu nokta, en "bulanık"



Bulanık mantık kullanan sistemler sensörlerden gelen bilgileri işleyerek kontrol hareketlerini yaparlar. Yukarıdaki şekil, oda sıcaklığını kontrol eden bulanık mantık birimidir. Oda sıcaklığı, soğutucu motorunun pervane hızıyla kontrol edilmektedir.

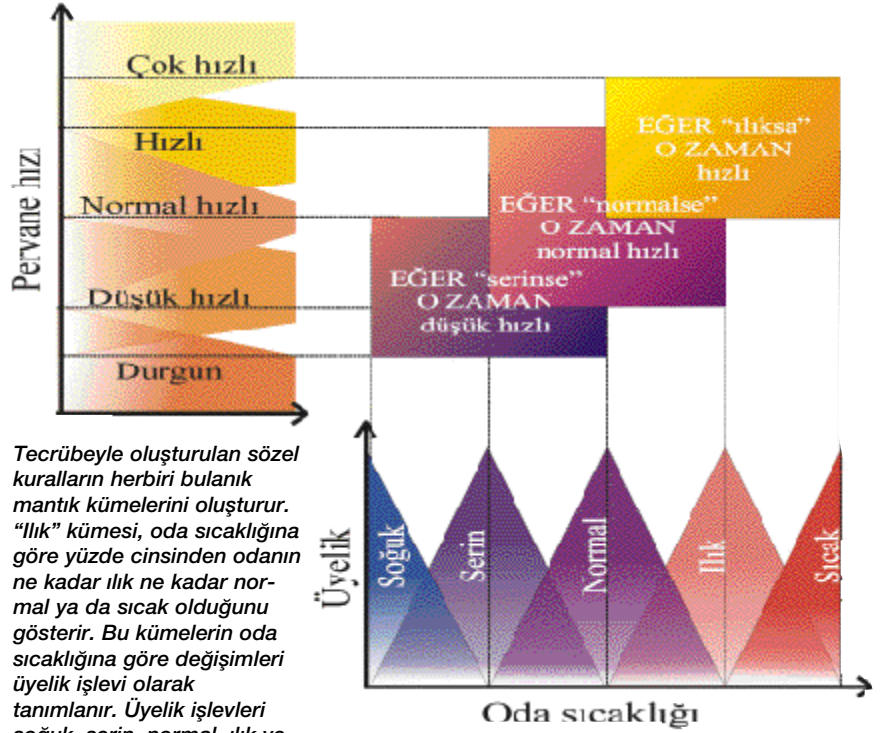


Eğer Giritli yalan söylüyorsa doğru, doğru söylüyorsa yalan söylüyordur. İki değerli mantığa göre bu olanaksızdır oysa ki belirsizlik mantığına göre Giritli %50 doğru, %50 yalan söylüyordur. Belirsizlik mantığı, bu paradoksu "yarım doğru" olarak kabul eder. Bu  $[0,1]$  kapalı aralığındaki orta noktadır. Üstteki şekilde  $[0,1]$  aralığı ve Giritli'nin herhangi bir noktada ne kadar doğru ve yanlış olduğu gösterilmiştir.



noktadır. Nokta, "hem Plato hem de Sokrates %50 doğrudur" önermesini yapar. Karenin köşe noktalarıysa problemin "netlik" noktalarıdır. Aynı şekilde, kare düzlemi üzerindeki (0,25,0,33) noktası, Sokratesin %25 doğru, Plato'nun %33 doğru söylediğini gösterir. Paradoks eğer iki değerli mantık üzerinde tanımlansaydı, paradoksta yalnızca (0,0), (1,0), (0,1) ve (1,1) noktaları olacak ve paradoksun bir denge noktası bulunmayacaktı. Oysa ki bulanık mantık sayesinde paradoks bir birim düzlem üzerinde tanımlanmış ve orta noktasında denge de duran probleme dönüşmüştür. Bulanık mantık problemlerin tanım boyutu arttıkça, problem 1x1 birimlik kareye 1x1x1 birimlik küpe, ya da daha üst boyutlu şekillere dönüşür.

Bulanık mantığın kontrol sistemlerine uygulanmasında Giritlinin, Plato ve Sokrates'in yarattıkları paradokslar yerine tecrübeye dayanan sözel kurallar kullanılır. "Eğer oda ılık sa pervaneyi hızlı döndür" kuralında, odanın ılık olması [0,1] kapalı aralığında tanımlıdır. Odanın %60 ılık olması, %40 ılık olmaması anlamına gelir. Eğer yalnızca iki değerli mantık kullanılsaydı, oda ya ılık olacak ya da ılık olmayacaktı. Ancak bulanık mantık sayesinde %100 ılık olan oda aynı zamanda %0 ılık değildir. Tecrübeye oluşturulan sözel kuralların herbiri bulanık mantık kümelerini oluşturur. İlık kümesi, oda sıcaklığına göre yüzde cinsinden odanın ne kadar ılık ne kadar normal ya da sıcak olduğunu gösterir. Bu kümelerin oda sıcaklığına göre değişimleri üyelik işlevi olarak tanımlanır. Üyelik işlevleri soğuk, serin, normal, ılık ve sıcak birbirlerine göre durumlarını grafiksel olarak gösterir. Üyelik işlevleri, kontrol hareketlerini de belirler. Pervanenin hızı, ilgili üyelik kümesine göre belirlenir. Üstteki şekilde üyelik işlevleri ve çıkış hareketleri gösterilmiştir.



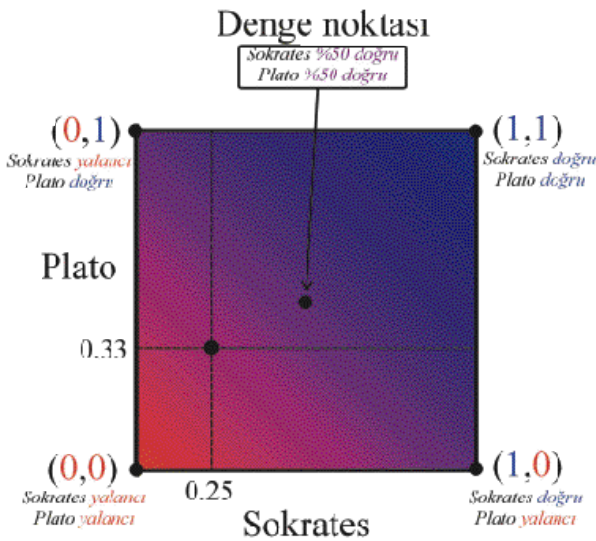
Tecrübeye oluşturulan sözel kuralların herbiri bulanık mantık kümelerini oluşturur. "İlık" kümesi, oda sıcaklığına göre yüzde cinsinden odanın ne kadar ılık ne kadar normal ya da sıcak olduğunu gösterir. Bu kümelerin oda sıcaklığına göre değişimleri üyelik işlevi olarak tanımlanır. Üyelik işlevleri soğuk, serin, normal, ılık ve sıcak birbirlerine göre durumlarını grafiksel olarak gösterir. Üyelik işlevleri, kontrol hareketlerini de belirler. Pervanenin hızı, ilgili üyelik kümesine göre belirlenir. Üstteki şekilde üyelik işlevleri ve çıkış hareketleri gösterilmiştir.

de cinsinden odanın ne kadar ılık ve ne kadar ılık olmadığını gösterir. Bu kümelerin oda sıcaklığına göre değişimleri üyelik işlevi (membership function) olarak tanımlanır. Üyelik işlevleri soğuk, serin, normal, ılık ve sıcak birbirlerine göre durumlarını grafiksel olarak gösterir. Buna göre %30 serin olan oda %70 normal sıcaklıktadır. Üyelik işlevleriyle belirlen-

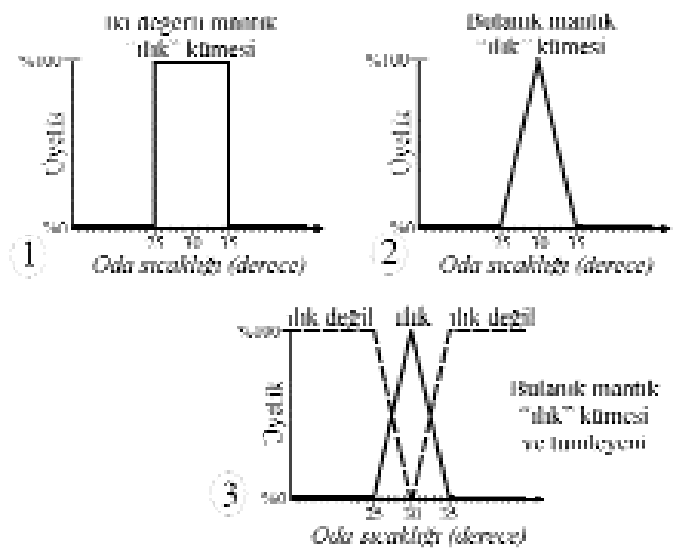
miş giriş kuralları çıkıştaki kontrol hareketlerini belirler. Bu kurallar EĞER ...O ZAMAN ... kalıbında yazılır. Buna göre oda sıcaklığını kontrol edecek bir sistemin kuralları şu şekilde belirlenir :

EĞER oda soğuksa O ZAMAN pervaneyi durdur.

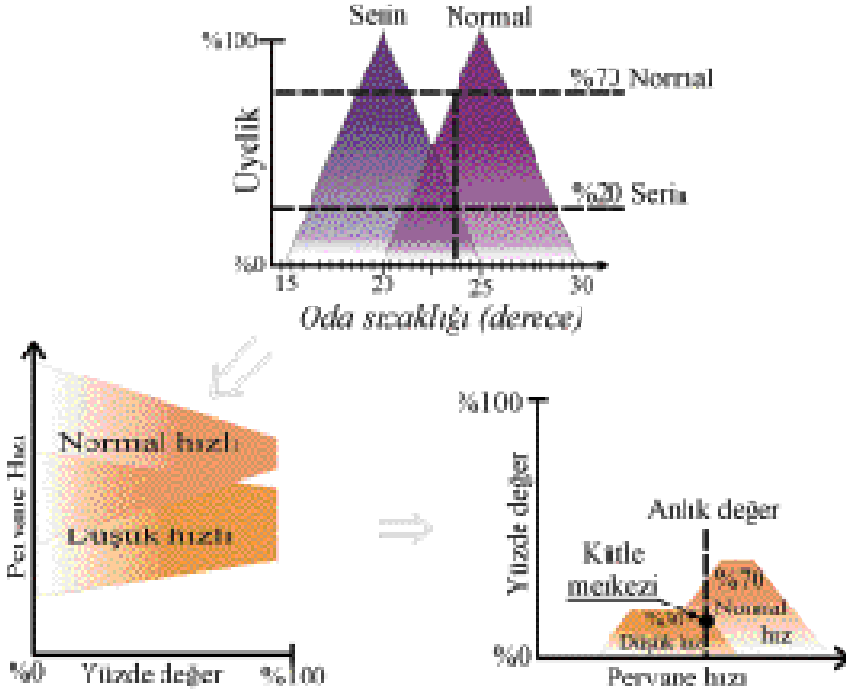
EĞER oda serinse O ZAMAN pervaneyi düşük hızla döndür.



Plato ve Sokrates'in yarattığı paradoks, iki boyutlu belirsizlik düzlemi üzerinde tanımlanır. Üstteki şekilde paradoksun denge noktası gösterilmiştir. Kırmızı renk yalanı, maviye doğruyu belirtir.



1. şekilde iki değerli mantığa göre "ılık" tanımı yapılmıştır. Buna göre oda ya ılık ya da ılık değildir. Eğer bu durum bulanık mantığa göre incelenirse, 2. şekil elde edilir. Bulanık mantık kümelerinin tümlenmesiye 3. şekilde gösterilmiştir.



Eğer anlık oda sıcaklığı 20°C olursa, bu durum %30 serin, %70 normaldir. Bu iki kümenin o sıcaklık noktasındaki yüzde değeri, motor hızının hesaplanmasında kullanılır. Motor hızını belirleyen bulanık mantık kümeleri elde edilen yüzdelere çarpılır. Motor, %30 düşük hızlı, %70 normal hızda döndürülmelidir. Motorun hızını tanımlayan bu iki şeklin kütle merkezi motorun hızını belirler.

EĞER oda normale O ZAMAN pervaneyi normal hızda döndür.

EĞER oda ılıksa O ZAMAN pervaneyi hızlı döndür.

EĞER oda sıcaksa O ZAMAN pervaneyi çok hızlı döndür.

Deneyimler doğrultusunda normal oda sıcaklığı 25°C olarak belirlensin. Eğer anlık oda sıcaklığı 20°C olursa, bu durum %30 serin, %70 normaldir. Bu iki kümenin o sıcaklık noktasındaki yüzde değeri, motor hızının hesaplanmasında kullanılır. Motor hızını belirleyen bulanık mantık kümeleri elde edilen yüzdelere çarpılır. Motor, %30 düşük hızlı, %70 normal hızda döndürülmelidir. Motorun hızını tanımlayan bu iki şeklin kütle merkezi motorun hızını belirler. Motor hızının hesaplanmasına "netleştirme" (defuzzifying) denir.

Bulanık mantığın temelini, Bertrand Russell atmıştır. Öte yandan Polonyalı Jan Lukasiewicz, belirsizlik mantığının temel işlemlerini tanımlamıştır. 1930'lu yıllarda kuantum fizikçisi Max Planck tarafın-

dan uygulanan belirsizlik mantığı, 1958 yılında Kaplan ve Schott'un yaptığı eklemelerle gelişmiştir. 1965 yılında, Berkeley'de öğretim üyesi olan Lotfi Zadeh, tüm bu süreç içinde bir devrim yaratmış ve belirsizlik mantığını bulanık mantık olarak adlandırıp yeniden şekillendirmiştir. Bulanık mantık, bir buhar makinesini kontrol edebilmek amacıyla 1970 yılında İbrahim Mamdani tarafından kullanılmış ve bulanık mantık mühendisliğinin tanımlanmasını sağlamıştır. Daha sonra Japon firmalarca geliştirilen bulanık mantık sistemleri, ilk kez Japonya'nın Sendai



şehri metrosunun kontrolünde başarıyla kullanılmıştır.

Bulanık mantığı temel alan kontrol birimlerinin kullanılması, içinde bulanık mantık komutları bulunan mikroişlemcilerin üretilmesiyle her geçen yıl artmaktadır. Alışlagelmiş kontrol sistemlerinde, sistemin matematiksel modelinin oluşturulması gerekir. Özellikle doğrusal olmayan sistemlerde bu işlem oldukça zor ve zaman alıcıdır. Arkasında römorku bulunan bir taşıyıcı robotun geri manevra yaparak deponun istenilen bölgesine girebilmesini sağlayan bir kontrol biriminin yapımı, klasik kontrol yöntemleriyle olanaksızdır. Burada, sistemin modelinin çıkartılması oldukça güç, hatta değişik başlangıç noktaları yüzünden olanaksızdır. Bulanık mantık temelli kontrolde, sistemin modelinin bilinmesine gerek yoktur. Sistemin yapılması deneyimlere ve sözel kurallara bağlıdır. Bu sayede taşıyıcı robotun römorkuyla geri manevra yapabilmesi, deneyimli bir sürücünün deneyimlerinden yola çıkarak elde edilen sözel kurallara göre kolayca yapılabilir. Günümüzde bulanık mantık sistemleri çamaşır makinesinden video kameralara, görüntü işlemeden ülkelerin ekonomik modellerinin çıkartılmasına kadar birçok alanda kullanılır.

Bulanık mantık sistemlerinde kullanılan sözel deneyimler kimi sistemlerde yetersiz kalır. Öte yandan, kontrol sisteminin ince ayarının üyelik işlevlerinin katsayılarının ayarlanmasıyla yapılması gerekir. Bu işlem deneme yanılma yoluyla yapılabilir ama bu yöntem karmaşık sistemlerde oldukça zaman alan bir iş haline dönüşür. Son yıllarda yapay sinir ağları kullanarak kendi kendine öğrenen bulanık mantık sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Okan Demirel

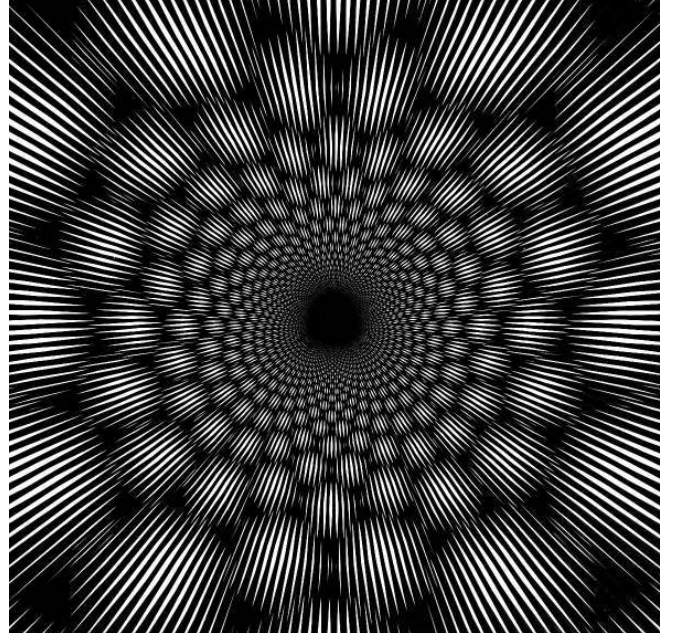
Kaynaklar  
Kosko, Bart, "Fuzzy Engineering", Prentice Hall, 1997  
Satoru, I., Kosko, B. "Fuzzy Logic", Scientific American, Temmuz 1993  
Driankov, D., Hellendoorn, H., "An Introduction to Fuzzy Control", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993  
Klir, G., Yuan, B., "Fuzzy Sets and Fuzzy Logic", Prentice Hall, 1995



# Tekdüze Çizgilerin Geometrik Doğurganlığı

# Moiré Motifleri

*Pencere tüllerinde, televizyon ekranlarında, otoyol çitlerinde, süpermarket arabalarının çubuklarında birdenbire ortaya çıkıp sonra yeniden kayboluyorlar. Onlarla gün boyu defalarca karşılaşılıyor ama gözden kaçınıyoruz. Kimi zaman öylesine belirginleşiyorlar ki, birkaç saniye için dikkatimizi çekebiliyorlar. Bu kez de basit bir göz yanılsaması olarak değerlendirip geçiştiriyoruz. Kimileri, eskiden okudukları bir makale ya da bir zamanlar matematik öğretmenlerinin söz açmış olması sayesinde onlardan haberdar. Bu insanların dediklerine göre, ayırtlarına bir kez varınca, akla gelmedik yerlerde "moiré" motifleriyle karşılaşmak, onların izini sürmek, yaşam boyu vazgeçilemeyen eğlenceli bir oyuna dönüşüyormuş...*



**M**OIRÉ motifleriyle (örgeleriyle) yaşamınızda ilk kez karşılaştığınız yer büyük olasılıkla evinizin penceresidir. Buradaki tül perdenin katlanıp üst üste geldiği yerlerde seçilebilen yuvarlak hatlı şekillerdir.

Gözenekli dokumalı kumaşların üst üste geldiği hemen her yerde moiré motifleri oluşur. Söz konusu olan pırıltılı ipek gömleklere, kumaş tek katken de su yüzeyi gibi dalgalanan, hareketli bir moiré gösterisi sunacak-

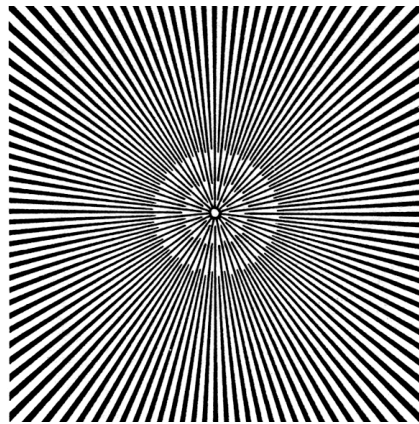
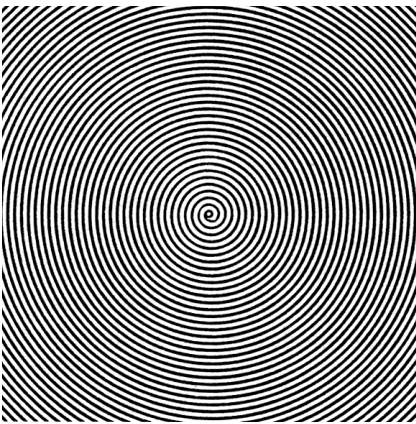
tır. Zaten, moiré sözcüğü, Fransız dilinde, dökümlerinde kendine özgü dalgalı pırıltılar gösteren, belli bir tip ipekli kumaşı adlandırmak üzere üretilmiş eski bir terimdir. Bunların bazılarının her kıvrımı ayrı renk alırken, bazıları da, belirgin çizgisel moiré motiflerine bürünüyor.

Moiré motiflerini en iyi bilenlerce kuşkusuz basımevlerinin çalışanlarıdır. Herhangi bir renge ait düz bir zeminin renk ayırımına ait herhangi bir film yaprağı, mikroskobik küçüklükte siyah noktalardan oluşur. Siyah nokta-

ların yoğunluğu, grinin koyuluğunu belirliyor. Okuduğunuz dergideki, düz ve katıksız bir renkle boyanmış gibi görünen herhangi bir alanı en az 8-10 kez büyütürseniz, tüm basılı alanların, farklı renklerde, düzenli noktalardan oluşturulduğunu görürsünüz.

Bir basımevi çalışanı, noktaları görülemeyecek kadar küçük olan iki düz gri filmi üst üste bindirip ışığa yoneltir ve açılarını hafifçe değiştirirse, ortaya sert siyah ve beyaz alanlar içeren, son derece belirgin ve şaşırtıcı bir motif çıkar. Bunu kendi gözlerinizle görmek isterseniz, bir matbaacı tanıdığınız aracılığıyla "tram filmi" edinmeye çalışın.

Basımevlerinde, farklı temel renklere ait filmler, belirgin moiré motifleri oluşturmayacak biçimde, belli açılarda bir arada kullanılıyor. Bazen, gazete ve dergilerdeki fotoğraflarda görebileceğiniz belli belirsiz verev çizgiler, tüm önlemlere karşın kaza sonucu oluşan moiré motiflerinden başka bir şey değil. Elektronik yayımcılıkla birlikte bu türden hatalar daha da sıklaştı. Slaytların ve baskı fotoğrafların noktasal yapısı (greni) düzensizdir. Ancak, kimi zaman, orijinal görüntü



*Bu iki motifin orta noktalarına bir süre baktıktan sonra gözlerinizi hafifçe kıpırdattıkça, gözünüzün bir önceki an odaklandığı görüntüyle o anda gördüğünü üst üste bindirecektir. Bu da, belli belirsiz, hareketli moiré motifleri oluşmasına yol açacak.*

olarak, daha önce başka bir yerde basılmış bir fotoğraf kullanılır. Bu türden baskılarda noktacıklar düzenli dizilmiştir. Bunları sayısallaştıran tarayıcılar, görüntüyü ikinci kez düzenli noktacıklara parçalıyorlar. Hatta bunlar, basılırken bir kez daha noktacıklara bölünüyor. Tüm bu düzenli noktacıkları sistemleri, üst üste bindirildiğinde, çizgi eni yarım santimetreyi bile bulabilen moiré motiflerinin oluşmasına neden olabiliyor. Yeni yeni uygulama bulabilen bir çözüm, tramları, düzensiz noktalardan oluşturmaktır...

Moiré desenlerinin yaşam alanı, üst üste binen düzenli motiflerin bulunduğu herhangi bir yer olabilir. Moiré motiflerinin neye benzediğini anlamının en iyi yolu, bu iş için üretilmiş saydam ve opak şablonlarla oynamaktır.

Yurtdışında, eğlence amacıyla üretilmiş moiré deseni şablonları bulunabiliyor. Ancak bunları edinmek güç olabilir. Bunun için, en iyi yol, bir bilgisayar ve bir yazıcı yardımıyla, şablonları kendimiz üretmemizdir. Ayrıntılar için, bu yazıdaki ilgili bölüme bakabilirsiniz. Ayrıca, internet sayfamızda da, bilgisayarınıza yükleyip çıktısını alabileceğiniz, önceden hazırlanmış şablon motiflerini bulabilirsiniz.

Bir başka seçenek, bu yazının sonundaki şablon örnekleri sayfasının, iyi bir fotokopi makinesinde, bir tane kâğıda, bir tane de asetata fotokopisini aldirmek. Fotokopilerin, yüksek kontrastlı ve koyu olmaları gerekiyor.

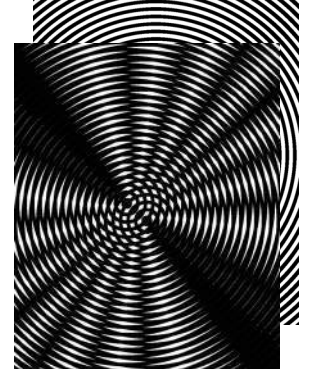
Birden fazla saydamı üst üste ve bunları da mat bir desenin üzerine koyarak da denemeler yapabilirsiniz. Şablonları, kâğıt ve asetata fotokopilerini alarak çoğaltabilirsiniz. Büyütme ve küçültme olanağı olan fotokopicilere rastlarsanız, deney seçenekleriniz daha fazla olacaktır. Yüzde 1'le 10 arasındaki hafif büyütme ve küçültmelerle elde edilen kopyaları, orijinal şablonların üzerinde kullanarak farklı sonuçlar alabilirsiniz. Sözgelimi, paralel çizgili şablonu, yüzde 5 dolaylarında küçültülmüş kopyasıyla birlikte deneyin. Şablonlar, çizgileri paralel olacak biçimde üst üste konduklarında, geniş aralıklı paralel çizgiler belirecektir. Benzer sonucu, eşit büyüklükte şablonlar kullanarak da yakalayabilirsiniz. Bunun için, saydam şablonu, saydam olmayandan bir-iki santimetre kadar yukarıda tutmayı deneyin.

Temel şablon motiflerini tek başlarına incelerken de hareketli moiré motifleri oluşabilir. Bu, retinamızdaki sinir uçlarının, ışık uyarısını, dolayısıyla da görüntüyü, kısa bir süre için depolamalarından kaynaklanıyor. Bunun en uç örneği, parlak bir ışık kaynağına baktıktan sonra etrafta gördüğümüz hayalet lekelerdir. Sık çizgili bir motife bakarken, biz farkına varmadan gözümlerimiz hafif hafif hareket ettikçe, motifin, retinamızdaki hayalet görüntüsü, o an algıladığımız en son görüntüyle üst üste binecektir. Gözlerimizi sürekli, tam olarak aynı noktaya odaklayamadığımızdan, moiré motifleri oluşur.

Temel şablon motifleri, özellikle de bir noktada çıkan doğrular motifi, kendiliğinden bazı moiré motifleri içeriyor olabilir. Bu durum, özellikle, bilgisayar ekranlarında ve düşük nitelikli bilgisayar çıktılarında görülebilir. Nedeni, bilgisayar ekranı ve yazıcı çıktısının, düşey ve yatay doğrultuda dizilmiş noktacıkların oluşturduğu bir matris olmasıdır. Bu noktacıkların çapı, şablonlarındaki çizgilerin genişliğinden çok çok daha küçüklerse sorun çıkmaz.

İnce çizgili, düzenli motiflerin moiré motiflerine yol açmadan basılmalarının güçlüğü, banknot ve değerli kağıtların basımında kullanılıyor. Bunların kopyalanarak taklit edilmeleri neredeyse olanaksızdır.

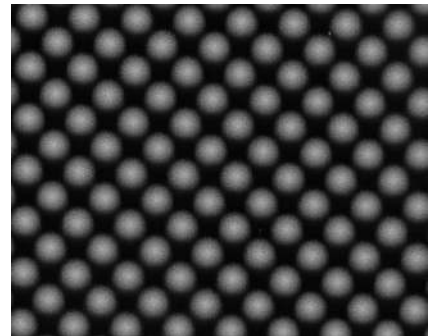
*Düz gri olarak görünen yukarıdaki boş alan aslında küçük noktalardan oluşan %20'lik tram filmiyle elde ediliyor. Çıplak gözle bakınca bağdaşmış gibi görünen bu filmin iki yaprağını üst üste bindirip 2-3 derece kaydırınca, yanda gerçek ölçülerle basılmış olarak görülen çarpıcı moiré motifleri ortaya çıkıyor.*



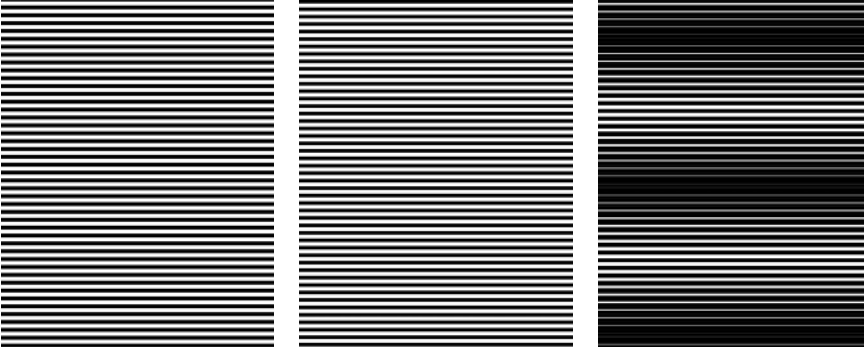
## Hareket Büyütecisi

Moiré motiflerinin görsel etki elde etme amacıyla kullanımının geçmişi, ipek dokumacılığıyla yaşıtlı sayılıyor. Bu motiflerin yıldızının, 1960'larda, Op-Art akımının dayanaklarından biri olarak, sanat çevrelerinde yeniden parladığını görüyoruz. Ama, 20. yüzyıldaki baskın uygulamalarını bambaşka bir alanda buluyorlar. Moiré motifleri, şablonlarındaki en küçük hareketleri, oluşan şekillerdeki dikkat çekici oranda dönüşümlerle abartılı biçimde yansıtırma becerileri sayesinde, bilim ve teknolojinin çeşitli alanlarında kullanılıyor. Bu motiflerin "hareket büyütecisi olduklarını" söylemek yerinde bir yakıştırma olacaktır. Bunu kendi gözlemlerinizle görmeniz için, paralel çizgi şablonlarını üst üste bindirip, bunlara çok küçük bir görelilik açısı vermeniz yeterlidir. Kusursuz ve ince çizgili şablonlarla, kendisi gözle görülemeyecek kadar zayıf olan doğrusal sapmaları çıplak gözle saptamak olası.

Bu denli küçük sapmaların önemli olduğu uygulamalara bir örnek, makine parçalarının yük taşıırkenki deformasyonlarının (biçimbozumlarının) gözlemlenmesi. Gerçek bir parçaya ya da bunun bir maketinin yüzeyine uygun bir moiré şablonu çizilir ya da yapıştırılır. Örnek yük altındayken, ikin-







*Soldaki paralel doğru şablonu, ortadaki %5 daha yüksek frekanslı diğer şablonla paralel olarak çakıştırıldığında, sağdaki moiré motifli elde ediliyor.*

ci bir şablondan bakıldığında, hangi kısımların ne kadar deforme olduğu, oluşan belirgin moiré motifleri sayesinde gözle görülebilir hale geliyor.

Duyarlı ölçüm amacıyla bir başka yaygın kullanım alanı, yüzey kalitele-  
rinin ölçülmesi. Saydam bir moiré şablonunu, ayna ya da beyaz bir sayfa üzerine koyarsak, yüzeydeki hafif çukur ve tümsekler, abartılı moiré motifleri halinde belirginleşir. Bu motifler, şablon motifinin, yansıyan kendi görüntüsüyle üst üste binmesi aracılığıyla ortaya çıkıyor. Üstüne üstlük, çoğu uygulamada, elde edilen motifler, ölçülen yüzeyin eş-yükselti eğrilerini veriyor. Bunu görmek için, paralel doğru şablonunu, beyaz bir yumurta, porselen fincan, bilgisayar faresi, şişirilmiş bir balon, ya da yüzeyi, şablonun gölgelerini göstermeye elverişli herhangi bir nesneye dayamanız yeterli olacaktır.

Endüstride, kusursuz olması beklenen düzlemler ve içbükey aynalar bu yöntemle sınanıyor. Sınanacak nesne saydam da olabilir. Sözelimi, bir mer-

ceğin hem yüzey kalitesi hem de bilesiminin optik kusursuzluğu, iki şablon arasına yerleştirilmesiyle sınanabilir. Endüstride bu amaçla kullanılan ve Ronchi şablonları adıyla anılan ürünler var. Bunların çizgi sıklıkları 20-2000 çizgi/cm'yi buluyor. Bu şablonlarla, sıvıların saflıkları bile sınanabiliyor.

Aynı özellik, arkeolojik, antropolojik ya da paleontolojik buluntuların fotoğraflanmasında da işe yarıyor. Bir çift temel motifin, birisi buluntunun üzerine düşürülüp, diğeri de fotoğraf düzlemine paralel bir saydam halinde yerleştirilmesiyle, nesne üzerinde eş-yükselti eğrileri elde edilebiliyor. Bu yöntemle, nesnenin üçüncü boyuttaki ayrıntıları, iki boyutlu bir fotoğrafta belirgin hale getirilebiliyor.

Moiré motifleri, çoğu temel fizik olgusu ve yasasının hem öğretim hem de deney amacıyla sergilenmesinde de kullanılabiliyor. Saydam şablonlar üst üste bindirildiklerinde, elde edilen motifler tepegöz aracılığıyla perdeye de yansıtılabildiğinden, bu kez de, ka-

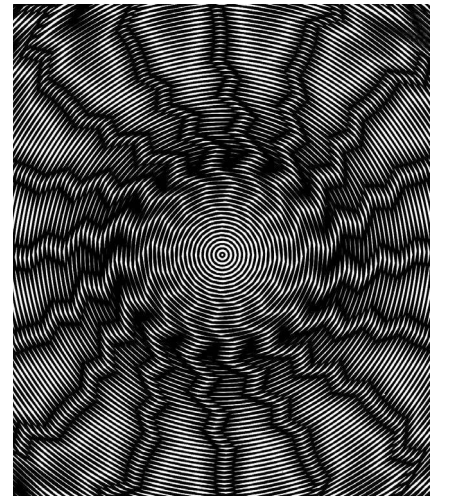
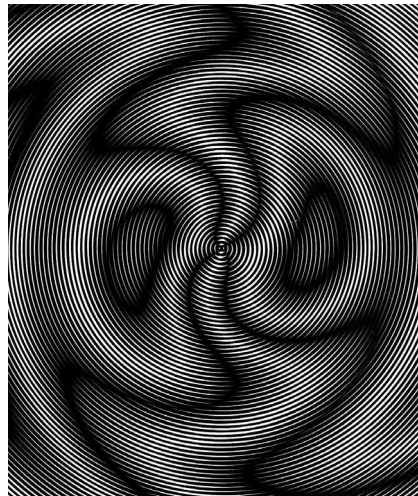
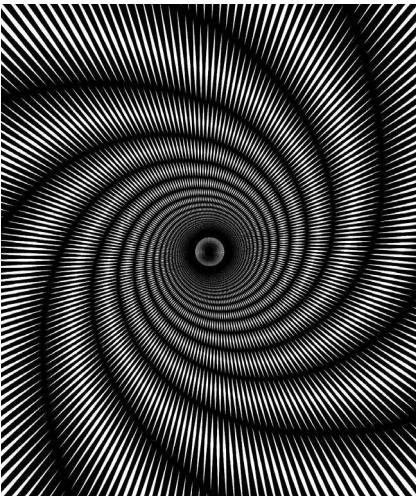
labalık sınıflar için eşsiz bir fizik dersi aracı olarak karşımıza çıkıyorlar.

Dalga girişimini, eşmerkezli dairelerden oluşan bir çift moiré şablonuyla modellemek benzersiz bir sonuç veriyor. İki şablon, merkez noktaları kaydırıldığında, ilk bakışta göze çarpan düğüm noktaları elde ediliyor. Üstelik, düğüm noktalarının yerleri, girişim formülünü de tam olarak sağlıyor. Motiflerin bu amaçla kullanımı öğretici uygulamalarla sınırlı değil. Radar ve mikrodalga uygulamaları gibi alanlarda araştırmacılar, gerçek problemleri çözerken, karmaşık Laplace differansiyel denklemleri ya da konik denklemlerle uğraşmaya gerek duymadan, çeşitli tiplerde moiré şablonlarıyla ardarda deney yapabiliyorlar.

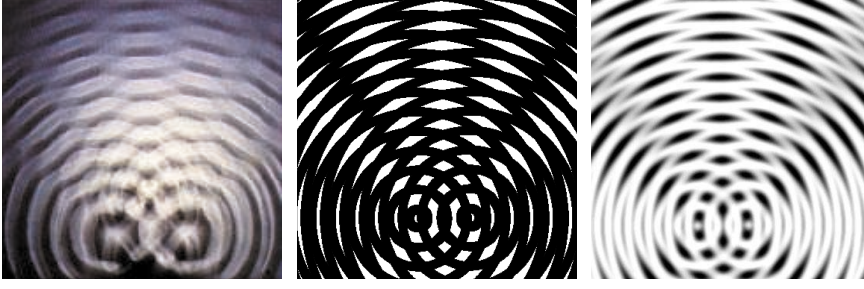
Tek merkezde kesişen doğrulardan oluşan bir çift şablon üst üste bindirildiğinde, iki noktasal elektrik yükü arasındaki eş kuvvet eğrilerinin bir modeli elde edilebiliyor. Şablonlar hareket ettirildiğinde, oluşan motif de, gerçekçi bir biçimde değişim gösteriyor. Benzer şablonlarla, kaynak ve kuyular arasında sıvı akışını modellemek de olası.

## Biraz Matematik

Moiré motiflerinin, matematiksel çözümlemesi en basit olanları, paralel doğrulardan oluşan iki şablonun üst üste getirilmesiyle elde edilenlerdir. Hesap yaparken, bu türden bir şablon için bilmemiz gereken tek şey, paralel doğruların adımı, ya da bir başka de-



*Alışılmışın dışında şablon eşleştirmeleri... Soldaki motifli oluşturan şablon desenlerinden biri, eşmerkezde kesişen doğrular şablonu. Diğeri ise, merkezdeki bir noktada değil, ortadaki küçük bir deireye teğet olacak biçimde kesişen doğrular içeriyor. Ortadaki örnekte, iki tane eşmerkezli daire şablonu kullanılmış. Şablonlardan biri, kasıtlı olarak kusurlu üretilmiş. Sağdaki örnekte, düzgün bir eşmerkezli daire şablonu ve eşmerkezli, daireye yakın düzgün çokgen şablonu birlikte kullanılmış.*



Soldaki, okullardaki laboratuvarlarda kullanılan dalga küvetinde oluşturulmuş gerçek bir girişim görüntüsü. Ortadaki, sıradan moiré şablonlarıyla elde edilmiş benzeri. Soldaki, Adobe Photoshop programında düşük kontrastlı olarak üretilmiş ve üst katmanda "screen" özelliği seçilerek hazırlanmış şablonların ekranda oluşturdukları görüntü.

yişle, dalga boyudur. Bunu  $g$  simgesiyle adlandıralım. Bir adım, siyah çizgilerden birinin başlangıcıyla, bir sonrakinin başlangıcının aralığıdır. Siyah çizgiler ve boşlukların eşit kalınlıkta olduğu alışıldık şablonlar için  $g$ , siyah çizgilerin kalınlığının iki katına eşittir.

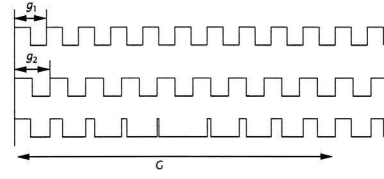


Elimizde, adım değerini bilmediğimiz bir şablon varsa, olabildiğince hassas bir cetvelle, bize tam sayı ölçümü veren en az sayıdaki çizgiyi ölçelim: Cetvelin sıfır noktası, siyah çizgilerden birinin başlangıç sınırında olmalı. Çizgilerin cetvele tam dik olmalarına da dikkat etmeliyiz. Sıfırdan sonraki birkaç çizgiyi atlayıp, milimetre ya da santimetre işaretlerinden biriyle tam olarak çakışan ilk siyah çizgi başlangıcını bulalım. Önceki ve sonraki çizgileri incelediğimizde, gözümüze kestirdiğimiz çizginin, en iyi çakışanı olduğundan emin olabilmeliyiz. Cetvelden okuduğumuz uzunluğu, saydığımız adım adedine bölerek, bir adımın uzunluğunu yani  $g$  değerini bulabiliriz.

Paralel doğru şablonlarıyla elde edilebilecek en basit moiré motifi, adım değerleri arasında biraz fark olan iki şablonun üst üste bindirilmesiyle oluşur. Küçük adım değerine  $g_1$  ve bundan biraz daha büyük olana da  $g_2$  diyelim. Ortaya, adım değeri daha büyük olan, yeni bir paralel doğru motifi çıkar. Elde ettiğimiz motifin adım değerine de  $G$  diyelim.

Sağduyumuz,  $G$  değerinin,  $g_1$  ve  $g_2$  üzerinden hesaplanabileceğini söylüyor. Gerçekten de öyle... Ama, öncelikle neler olup bittiğine biraz daha yakından bakalım: Testere dişi grafiği, elimizdeki moiré motifinin katmanlarını gösteriyor. Grafiğin tepe noktaları

beyaz, çukurları siyah alanlar. En alttaki grafik, elde edilen motife ait.



Başlangıçta, iki şablonun siyah alanları çakışmış. Bu, aralıklardan beyaz alanların kolayca seçilebildiği anlamına geliyor. İrleledikçe, siyah çizgiler yaklaşıp, beyaz alanları kapatıyor. Siyahın en yoğun olduğu noktadan sonra, beyaz yavaş yavaş yeniden beliriyor. Her şeyin başa döndüğü nokta, iki şablonun yeniden kesiştiği noktadır.

Bunu daha hızlı koşan bir atın, diğerine tekrar tekrar tur bindirmesine benzetebiliriz. Tur bindirme noktaları, en beyaz alanlardır. Bizim örneğimizde tur bindirme noktaları, aynı zamanda, yarışın başlangıç noktasına denk geliyor. Bir tur süresi de, oluşan motifin adımına, yani  $G$  değerine. Bir tur boyunca uzun adımlı şablonlarda  $n$  adım atılmışsa, kısa adımlıda,  $n+1$  adım atılmıştır. Bunun matematiksel gösterimi basitçe şudur:

$$G = ng_2 = (n+1)g_1$$

Burada,  $1/g_2 = n/G$  ve  $1/g_1 = (n+1)/G$  olduğuna dikkat edip  $n$ 'lerden kurtulursak:

$$1/G = 1/g_1 - 1/g_2$$

eşitliğini elde ederiz. Peşinde olduğumuz matematiksel ilişkiye ulaştık. Ama bunu daha şık biçimde yazmak hâlâ olası. Eşitlikteki  $g$ 'lerin adımı, yani dalga boyunu gösterdiğini hatırlayalım. Hemen aklımıza gelebileceği gibi, dalga boyunun tersi, frekansı verir. Eşitliği, frekans ifadeleriyle yeniden yazarsak:

$$F = f_1 - f_2$$

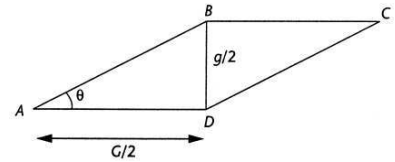
eşitliği ortaya çıkar. Kolayca akılda kalacak ve güzel görünen bir ilişki...

Farklı adımlara sahip paralel doğru şablonlarıyla oynayacak olursanız, ilk olarak dikkatinizi çekecek şeylerden biri, şablonlardan birini hafifçe ilerlettiğinizde, oluşan motifteki çizgilerin çok daha hızla hareket edeceğidir. Moiré motiflerinin ününün, küçük sapmaları büyütürken yansımaları olduğunu başta zaten söylemiştik. Aca-ba, şablonlardaki  $\delta$  kadarlık bir kayma, oluşan motifte ne büyüklükteki bir harekete yol açıyor dersiniz?.. Demin başvurduğumuz testere grafiğine yeniden göz atıp, ikinci şablonu  $g/2$  kadar oynattığımızı düşünürsek, motifin,  $G/2$  kadar oynayacağını öngörebiliriz. Şablonu,  $g/4$  kadar oynatarsak, bu kez de motif  $G/4$  kadar ilerleyecektir. Bunu genelleyecek olursak, şablondaki  $\delta$  kadarlık hareketin, motifteki  $\Delta$  kadarlık hareketle ilişkisi:

$$\Delta = \delta (G/g_2) \text{ olur.}$$

Şimdiye kadarki hesaplamalarımız, farklı adımlara sahip doğrusal şablonların, eş doğrultuda çakıştırıldıklarında neler olacağıyla ilgiliydi. Aslına bakarsanız, eşit adımlı, hazır şablonlarla yapılabilecek en basit ve eğlenceli iş, bunları farklı açılarda çakıştırmak ve oluşan verev motiflerin adımlarını gözlemlemektir.

Eş adımlı paralel doğru şablonlar, açı farklarıyla çakıştırıldığında oluşan motifi yakından incelersek, beyaz alanların, ince ve uzun birer paralelkenar olduğunu görürüz. En belirgin motiflerin, küçük açı farklarında oluştuğunu hatırlayalım. Küçük açılar için, uzun paralelkenarları birer baklava dilimi olarak basitleştirmek kayda değer bir hataya yol açmaz.



Şekilde böyle bir baklava motifi görünüyor. Bu basitleştirilmiş alan üzerine şablonların adımı olan  $g$  ve motifin adımı olan  $G$  uzaklıklarını da işaretleyelim. Küçük bir  $\theta$  açısı için,  $BD$  doğru parçasını,  $AD$  ve  $BC$  doğru parçalarına dik kabul edebiliriz. Basit bir trigonometrik ifadeyle:

$$\tan\theta = BD/AD = (g/2) / (G/2) = g/G$$

ya da:

$$G = g / \tan\theta$$

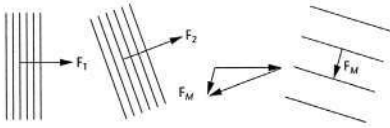
eşitliğini elde edebiliriz. Küçük açılar



için,  $\tan\theta$  değeri, radyan cinsinden  $\theta$  değerine çok yakın olduğu için, ifade  $G = g / \theta$  biçiminde daha da sadeleştirilebilir. Bu basitleştirilmiş çözüm, küçük açı değerleri için, uygulamada hesaplanabilirlik sınırları da göz önünde tutulduğunda, kesine son derece yakındır. Paralelkenar kullanarak, sadeleştirmemiş, daha genel ifadeyi,

$$G = g (1 + \cos\theta) / \sin\theta$$

olarak bulacaktık. Merak edenler, bu eşitliğin nasıl türetildiğini kendileri de hesaplayabilirler...



Vektör işlemlerine alışkın olanlar, şablonlara, doğrultusu şablondaki çizgilere dik ve büyüklüğü şablonun frekansına eş  $F_1$  ve  $F_2$  vektörlerini atayabilir, motife ait  $F_M$  vektörünü vektörel çıkarma işlemiyle hesaplayabilirler:

$$F_M = F_1 - F_2$$

## Şablonların Üretilmesi

Moiré motifleri, şablonlardaki en küçük kusurları bile abartılı biçimde yansıtır. Bu yüzden, şablonların T cetveli, kalem ve pergelle elde üretilmeleri neredeyse olanaksızdır. Yine de, elle uygulanan ya da yarı mekanik bir yöntem denemeyi düşünenler, orijinal şablonu olabildiğince büyük boyutlarda çalışıp, fotografik yöntemlerle ya da fotokopiyle küçültme yolunu seçebilirler.

Grafiker, mimar ve mühendislerin kullandıkları, sabit kalınlıkta çizgi verebilen teknik çizim kalemlerinden

kullanmak işi kolaylaştıracaktır. Kâğıdın da, mürekkebi çok iyi tutan, emip dağıtmayan, iyi kalitede bir çizim kâğıdı ya da aydınlar olması gerekiyor. Sabit adımlarla ilerlemek için yaratıcılığınızı kullanın. Sözelimi, çok ince dişli olmayan bir demir teresinin dişleri, ya da, uzun bir vidanın yivlerini referans alan bir düzenek icat edebilirsiniz.

Aslına bakarsanız, elde hazırlanmış bir şablonla üretilen motiflerdeki deformasyonlar, amaç eğlenceden ibaret olduğunda önemsiz sayılabilir, hatta, artı değer olarak da düşünülebilir.

Günümüzde, nitelikli moiré şablonları hazırlamak için kullanılabilecek tek geçerli amatör yöntem, motifi bir bilgisayarda grafik programları yardımıyla üretilip, yüksek çözünürlükte grafik çıktısı verebilen bir yazıcıyla, asetat ya da kâğıda dökmektir. Elinde, görüntüyü saydam zemimli katmanlar halinde saklayabilen iyi bir grafik programı olanlar, yazıcı çıktısına gerek duymadan, tümüyle bilgisayar ekranında denemeler de yapabilirler.

Örneğin, elinde Adobe Photoshop programı olanlar, istedikleri boyutta yeni bir boş resim alanı açıp, Filter menüsü altında, Sketch menüsü altında Halftone Pattern filtresini seçip, nokta ya da çizgi kalınlığı ve kontrast değerleri vererek, düzenli noktalar, paralel çizgiler ve eşmerkezli daireler içeren şablonları otomatik olarak üretebilirler. Başka programlarda da bunun yerine geçecek özellikler bulunabilir. Çoğu grafik programı, belli bir geometrik unsurun, belirlenen yönde, belirlenen adımla, belirlenen sayıda tekrar çizilmesine olanak tanır. Bu özellik kullanılarak üretilen moiré şablonlarının çeşidinin sınırı yok-

tur. Düzenli olarak yineleyen herhangi bir geometrik biçim, şablon olarak kullanılabilir.

Bazı grafik programları, aynı resmi birkaç katman halinde çalışmaya izin veriyor. Bu türden programlarda, farklı temel motifleri iki ya da daha fazla katman halinde üst üste getirebilirsiniz. Üstteki katmanlara şeffaflık özelliği verirseniz, bir yazıcıya gereksinim duymadan, moiré motifleriyle, bilgisayarı- nızın ekranında da oynayabilirsiniz.

Bilgisayarda kullanılabilecek bir diğer yöntem, şablon motiflerini bir program yardımıyla oluşturmaktır. Basi, Pascal, C gibi genel amaçlı programlama dilleriyle şablon motifleri üretilir. Bunun için temel grafik komutlarının nasıl kullanıldığını bilmek yeterli olacaktır. Sorunsuz bir yazıcı çıktısı almak ya da motif katmanlarıyla ekranda serbestçe oynamak biraz daha fazla bilgi gerektirebilir.

İnternette, moiré desenleriyle oynamak için hazırlanmış pek çok ücretsiz Java uygulaması bulunabiliyor. Bir tarama aracına, "moire" ve "java" anahtar sözcüklerini girerek tarayın. Programlar, doğrudan doğruya, bulduğunuz web sayfasının penceresinde çalışacaktır. İnternette gezmek için kullandığınız programın Java ve Javascript desteğinin açık olması gerekiyor...

Bu işin altından en kısa yoldan ve en yüksek başarıyla kalkabilecek programlama dili Postscript'tir. Postscript kullandığınızda, bir grafik programı çalıştırabilecek kadar kapasitesi ya da ekranda ayrıntılı grafik gösterebilecek kadar gelişmiş donanımı olmayan bir bilgisayardan bile karmaşık moiré şablonlarının yazıcı çıktısını alabilirsiniz. Programları herhangi bir metin editöründe yazıp, Adobe Acrobat Reader, Ghostscript, Downloader gibi, İnternette ya da bilgisayar dergilerinin dağıttığı CD'lerden ücretsiz olarak bulabileceğiniz yardımcı programlarla yazıcıya gönderebilirsiniz.

Özgür Kurtuluş

## Postscript Yordamları

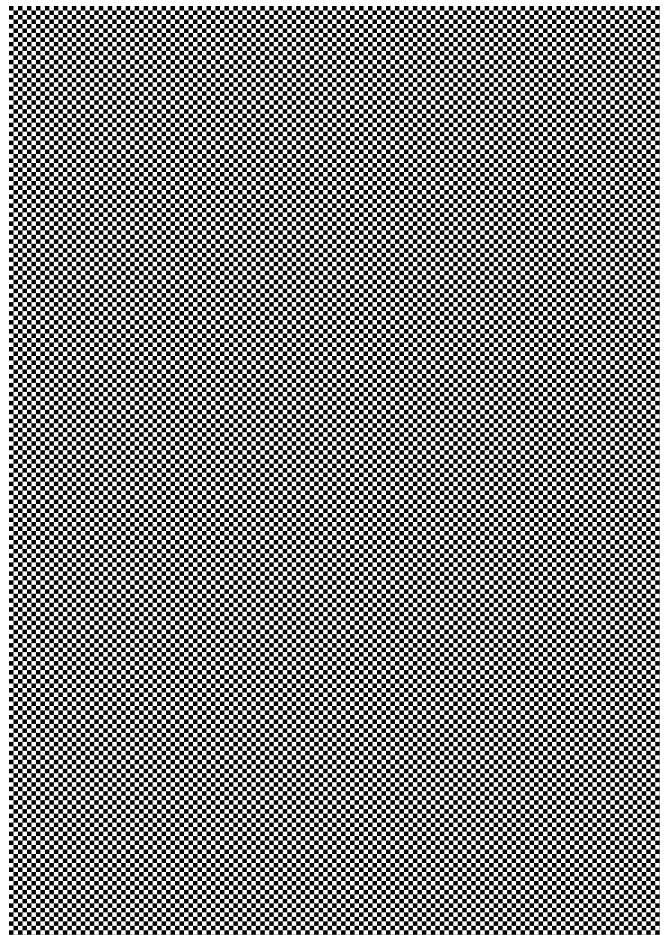
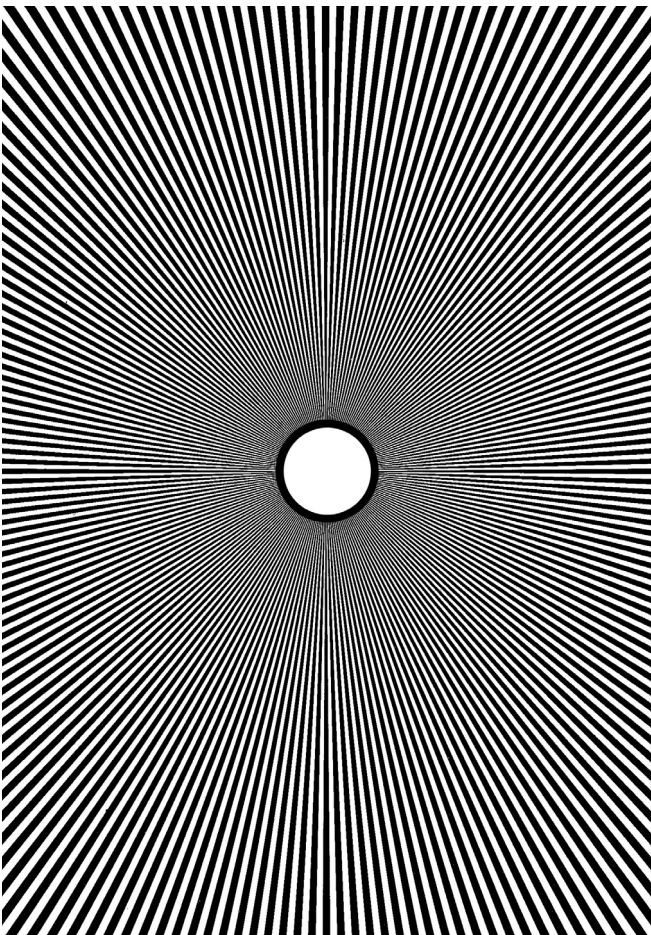
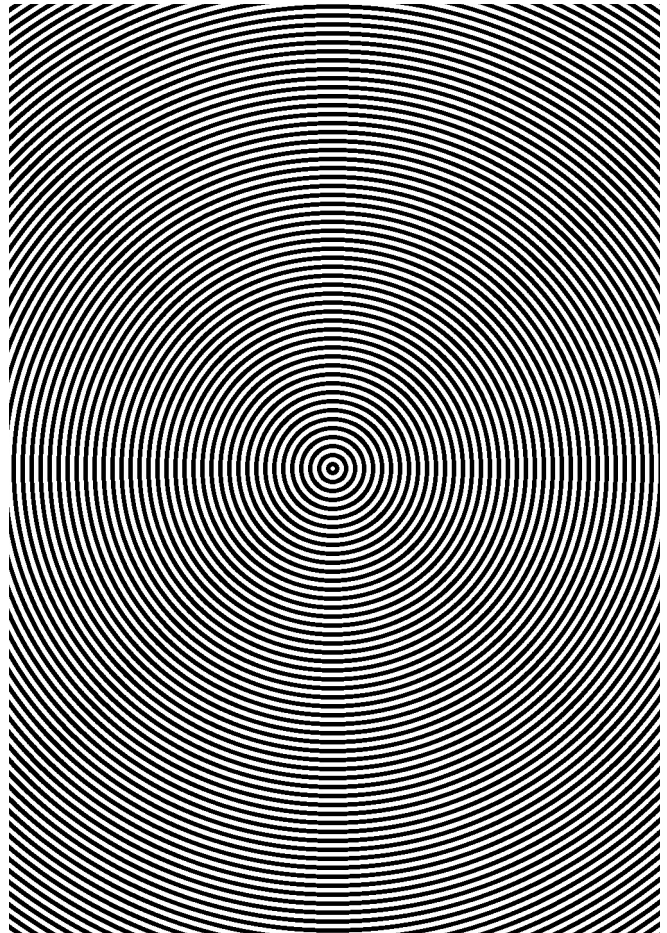
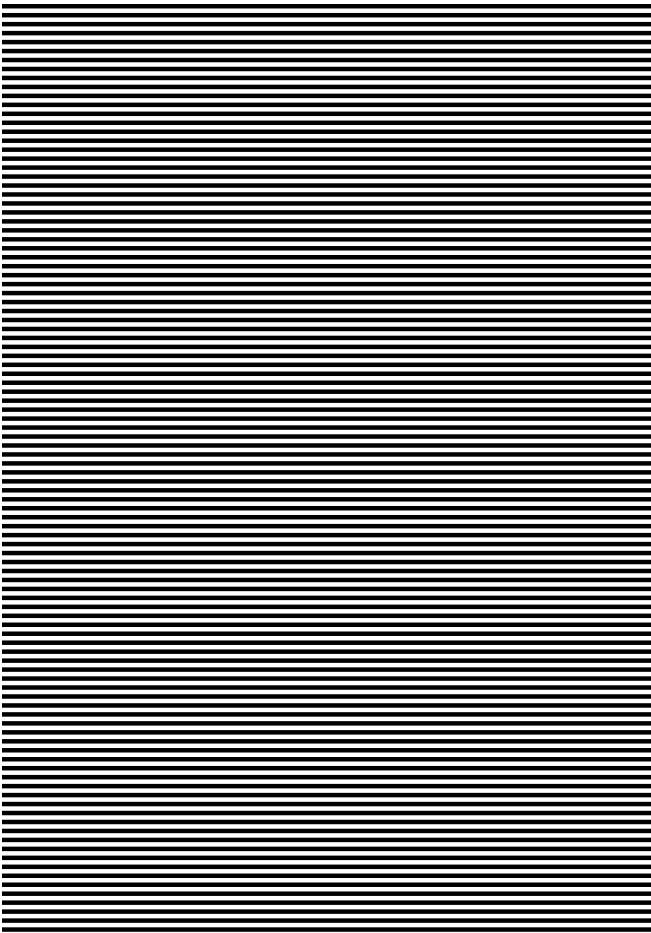
Aşağıda, sırasıyla, eş merkezli daireler, eş merkezde keşişen doğrular ve paralel doğrular şablonlarını üretecek postscript yordamları yer alıyor. Programlardaki sayısal parametrelerle oynayarak deneyler yapmayı ihmal etmeyin. Oynamaya en elverişli parametre programın ilk satırının en başında verilen çizgi genişliğidir. Buradaki sayısal değer, bir inç'in 72'de birini ifade eder. 72 dpi çözünürlükteki bir monitör ya da bas-kıda tam bir noktaya denk gelir.

Yan yana üç sayısal değer verildiği satırlar, "for" komutuna kadarki kısmın tekrarlanma biçimini veriyor. Sırasıyla, işlemden kullanılacak ilk değer, artırma adımı

değeri ve atanacak son değeri gösteriyor. Bu ve diğer parametrelerle oynayarak programların nasıl çalıştığını keşfedebilir ve farklı sonuçlar alabilirsiniz.

2 setlinewidth	.5 setlinewidth	0 0 moveto
100 100 translate	0 .8 360	0 0 translate
0 0 moveto	{ newpath	0 0 moveto
/cizgi	gsave	0 600 rlineto
{ newpath	300 400 moveto	stroke } def
gsave	rotate	gsave
1000 0 rlineto	1000 0 rlineto	0 4 400
stroke	stroke	{cizgi} for
grestore} for	grestore} for	grestore
showpage	showpage	showpage

- Kaynaklar  
 Baldauf, A., "Moiré Patterns", *School Arts*, Aralık 1989  
 Bernero, B., "The Moiré Effect in Physics Teaching", *The Physics Teacher*, Ekim 1989  
 Crane, H. R., "Three-Dimensional Moiré Patterns", *The Physics Teacher*, Şubat 1987  
 Cullen, M. R., "Moiré Fringes and the Conic Sections", *The College Mathematics Journal*, Kasım 1990  
 Kinneging, a. J., "Demonstrating the Optical Principles of Bragg's Law with Moiré Patterns", *Journal of Chemical Education*, Haziran 1993  
 "Moiré Interference and Quantum Mechanics", <http://www.best-web.net/~ca314159/MOIRE.HTM>



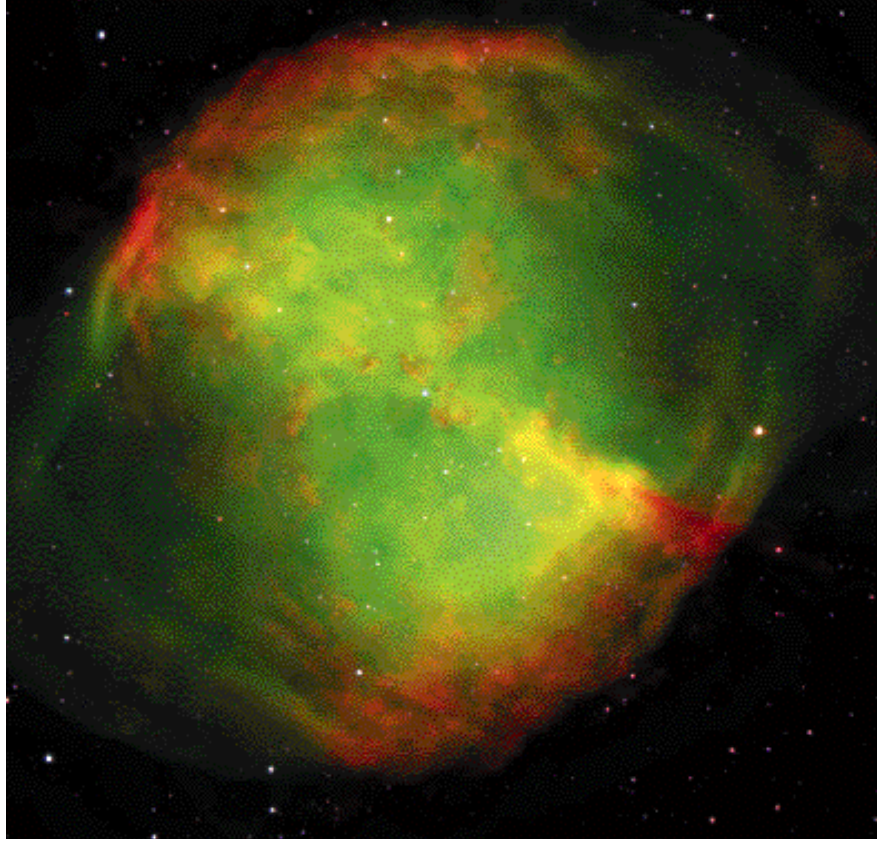
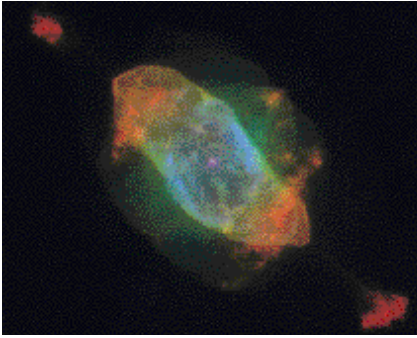
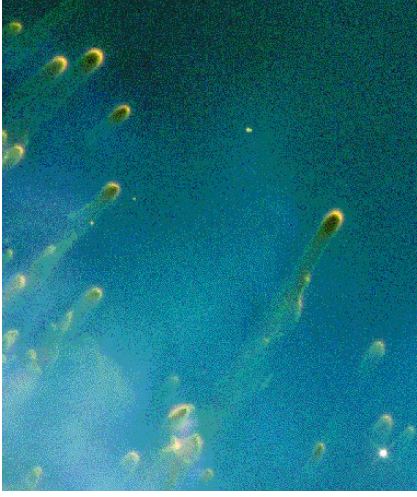


# Yıldız Ölümleeri Sanılandan Karmaşık

Hubble Uzay Teleskopu'na sağ-lanan görüntüler, Güneş benzeri yıldızların sakın ve düzenli bir süreç biçiminde gerçekleştiği sanılan ölümle-rinin, aslında çok daha karmaşık ve farklı biçimler aldığını ortaya koydu. Güneş kadar ya da bir kaç katı kütleli yıldızlar, merkezlerindeki hidrojen yakıtını tüketip helyum yakma aşamasına geldiklerinde dış katmanları soğur ve genişler. Hidrojen yaktığı anakol evresinden çıkarak Kırmızı Dev aşamasına giren yıldızın, sıcaklığı 5500 Kelvin'den 2500 K'ye inen dış katmanları Mars'ın yörüngesini içine alacak kadar genişler. Yıldız rüzgarı biçiminde başlayan ve dış katmanların bir gezegenimsi bulutsu biçiminde uzaya saçılmasıyla sonuçlana kütle

kaybı, bir süper rüzgar aşamasıyla hızlanılır. Merkez çökerek karbon ve oksijenden oluşmuş, 10 ton/cm<sup>3</sup> yoğunlukta, yüzey sıcaklığı 100 000 K olan, yaklaşık Dünya büyüklüğünde bir "beyaz cüce" yıldız biçiminde görünmeye başlar. Yıldızdan atılan ve önce-leri hidrojen atomları ve moleküler hidrojen, hidrojen peroksit, karbondi-oksit, silisyum oksit gibi moleküllerden oluşan gazın bir bölümü yoğunla-şarak sıcak toz parçacıkları haline gelir. Yıldız çevreleyen toz, yıldızın ışığını soğurur ve daha sonra kuvvetli kızılötesi ışınım biçiminde yeniden yayılır. Sonunda merkezdeki sıcak be-yaz cüceden gelen morötesi ışınım, bulutsuyu iyonize eder ve genişleyip yayılan gaz, çifte iyonlaşmış oksijen,

iyonlaşmış nitrojen ve öteki iyonlaşmış elementlerin emisyon çizgilerinde ışınım yaymaya başlar. Birkaç on bin yıl içinde de bulutsu saniyede yaklaşık 20 km hızla yıldızlararası uza-ya saçılıp gider. Bu saçılım gökadamızın kimyasal evriminde önemli rol oynar. Gezegenimsi bulutlar her yüzyıl-da bir gökadayı 20 Güneş kütlesi kadar "işlenmiş madde" bırakır. Büyük kütleli yıldızlar da süpernova patlamaları biçiminde gerçekleşen ölümleleriyle, bir o kadar madde daha sağlarlar. Böylelikle yıldızların merkezlerinde ya da süpernova patlamalarının şok dalgalarında oluşan ağır elementler uzaya saçılarak yeni kuşak yıldız ve gezegenleri oluşturacak gaz ve toz bulutlarını zenginleştirir.



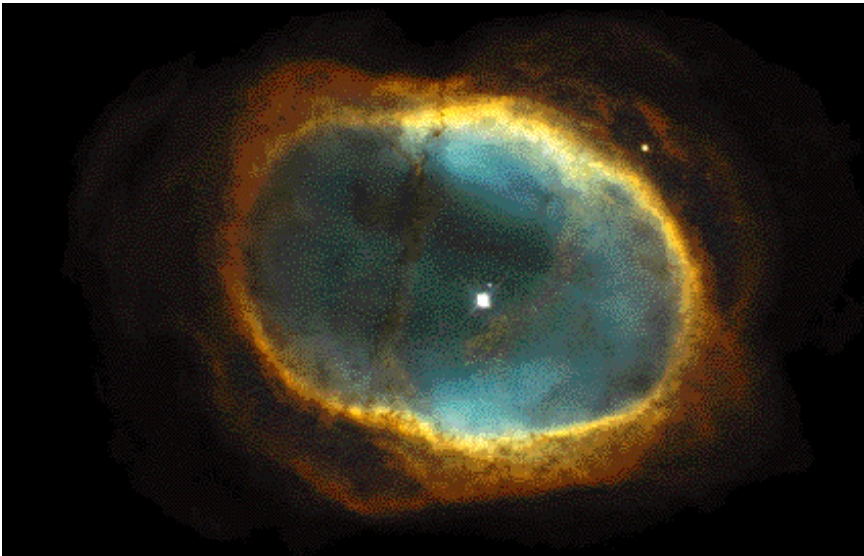
Güneş benzeri yıldızların evrim aşamaları konusunda bilgilerimiz yeterli sayılır. Ancak aynı şeyi, bu yaşlı yıldızların dış katmanlarını uzaya saçmalarının mekanizması konusunda söyleyemiyoruz. Hubble Uzay Teleskopu'nun gönderdiği gezegenimsi bulutsu fotoğraflarının bir teki bile, düzgün biçimde genişleyen bir gaz küresi göstermiyor. Çoğunda, ortalarında bir kemerle ayrılmış çift kutuplu yapılar, çok kutuplu köpük biçimleri, uzamış iplikli yapılar ve kürecikler görülüyor. Birçok görüntüde de eş

merkezli daireler izlenebiliyor. Gene pekçok gezegenimsi bulutsu, merkezdeki noktanın (beyaz cüce) iki tarafında ayna görüntüsü gibi simetrik, 100 000 Astronomik Birim (15 trilyon km. Ya da 1.5 ışık yılı) uzunluğunda fanus biçimli yapılar oluşturuyor. Kimisi, FLIERS diye adlandırılan ve bulutsunun her iki ucunda hızla uzaklaşan, yaklaşık 10 milyar km. çaplı düşük iyonizasyon ışınlam bölgeleri olan kürelere sahip. Bazı gezegenimsi bulutsu çevrelerinde görülen eşmerkezli daireler, yıldızın 100-1000

yıl aralarla üzerinden uzaya üflediği madde katmanlarını gösteriyor. Bu görüntülerin çoğunda merkezdeki yıldız bir toz bulutuyla çevrili olduğundan görünemiyor ve ışığı iki zıt yönde yayılarak püskürttüğü katmanları aydınlatıyor.

Araştırmacılar, gezegenimsi bulutsuların değişik biçimlerine etki eden öğeler olarak yıldızların dönüş hızlarını, fotoiyonizasyon yoluyla ısı kazanımını sayıyorlar. Bilgisayarla yapılan hidrodinamik ve manyetohidrodinamik modellerde çift kutuplu, hatta uzamış kelebek kanadı biçimli bulutsu oluşumları elde ediliyor. Manyetik alanların yeterince kuvvetli olduğu modellerdeyse ipliksi uzantılar ve fişkıma sütunları da ortaya çıkıyor. Bazı modeller de gezegenimsi bulutların çift kutuplu yapılarını, yakınlardaki bir eş yıldızın kütleçekim etkisine bağlıyorlar. Bu senaryoya göre ikili sistemdeki eş yıldız, anakol evresinden çıkıp kırmızı dev haline gelmiş eşinin püskürttüğü gaz ve tozu bir kütle aktarım diski haline getiriyor. Yandan görüldüğünde de bulutsu, bir kum saati gibi iki kutuplu bir görüntü alıyor.

Science, 15 Ekim, 1999  
Çeviri: Raşit Gürdilek





# Dünya Şampiyonu Dünya'ya Karşı...



21 Haziran'da dünyanın en iyi oyuncusu olarak kabul edilen Kasparov tahta başına oturdu. Bu bildiğimiz anlamda bir satranç tahtası olmasa da İnternet üzerinde hazırlanan bir arayüzle, kareler hazır taşlar sıralanmıştı. Bu kez karşısına bizi, Dünya'yı almış, ilk hamlesine hazırlanıyordu. 14 yıl Dünya Şampiyonu olan, ünvanını 5 kez koruyan, Elo puanı tarihteki en yüksek oyuncu olan Kasparov, ilk hamlesini 1. e4 olarak yaptı. 24 saat sonra Dünya yanıt verdi 1. ...c5.

İşte teknolojinin bize sunduğu harika olanaklardan biri! Dünya Şampiyonu'yla karşılıklı bir oyun. Aslında işler bu kadar basit bir şekilde yürümüyordu. İnternet bağlantısı olan herkes, Microsoft'un düzenlediği bu oyuna bir web sayfasından katılıp oynanmasını istedikleri hamleyi yapıyor, en fazla oy alan hamle Dünya'nın hamlesi olarak kabul edilip Şampiyon'a karşı oynanıyordu. Pasifik saatiyle öğleyin onikide yapılan hamleye için yanıt vermek için

Kasparov'un 24 saati kalıyor, o hamlesini yapınca Dünya'dan oyları toplamak için bir 24 saat daha geçmesi bekleniyordu. Böyle bir döngü içinde süren oyun yaklaşık 4 aydır oynanıyor.

Web sayfasına bağlandığınızda, size kolayca hamlenizi yapmayı sağlayacak basit bir arayüz tasarlanmış. Oyundaki son durumu tahtadan görebiliyorsunuz. Ekranın yan tarafında Dünya'nın teklif ettiği hamleler ve bu hamlelerin aldığı oy oranlarını görüyorsunuz. Hemen bunun altında, yapacağınız hamleye karar



*Bu küçük çocuğun Dünya'ya meydan okuyacağı kimin aklına gelirdi ki.*

*Son günlerde satranç yine gündemde. Birçok basın ajansı yayın organlarında Kasparov-Dünya karşılaşma -sından söz ediyor. Tabii işin içinde dünyanın en iyi oyuncusu olunca ilgi daha da artıyor. Evet, İnternet üzerinde yaklaşık dört aydır oynanan oyunun sonlarına geldik. Durum Dünya için biraz umutsuz. Şampiyon'a karşı beraberlik için hamleler yapılıyor. Yazı yayına hazırlandığı sırada oyun sürüyordu. Kimbilir, belki dergi elinize geçtiği anda Kasparov Dünya'yı da dize getirmeyi başarmış olur.*

vermenize yardımcı olacak 5 genç satranç oyuncusu (bu sayfada analist olarak yer alıyorlardı) size seçtikleri hamleleri sunuyorlar. Bu genç satranç oyuncularından yalnızca biri, ünlü bir satranç dergisinde yazar olan Daniel King, 25'inin üstünde. Fransa'da şimdiden bir büyükusta olan Etienne Bacrot 16, Amerika'da 21 yaş altı en yüksek puana sahip Florin Felecan 19, Amerika Bayanlar Şampiyonu Irina Krush 15 ve Alman Milli takımından Elisabeth Paehtz 13 yaşında. Bunun yanında tartışma listeleri ve sohbet odaları da düşünülmüş. Bunlardan birine girerek hamle yapan diğer kişilerle hamleler üzerinde görüş alış verişini yapıp tartışabiliyorsunuz. Tartışma listelerine, pek çok satrançsever yanında, satranç ya da bilgisayar dünyasının ünlü isimleri de katıldı. Daha ikinci hamleye karar verilmesi sırasında Topalov Dünya'yı Kasparov'un en sevdiği savunmayı ona karşı oynamaması için uyarılmış ve bunun üzerine hararetli tartışmalar yapılmıştı. Sonraki günlerde



ise, tüm bu organizasyonu yapan şirketin başı Bill Gates'in mesajlarına bile rastlamak mümkün. Hamleler hakkında, hamlenin nedenleri, gidiş yolları ve hatta satranç oyununun kendisi üzerine bile sorular sorabiliyor ve bu konular üzerinde analistlerden yanıt alabiliyorsunuz.

Bütün bu organizasyon, Microsoft'un İnternet üzerinde kurduğu oyun sitesinin bir yan sayfası olarak açılıyor karşınıza. Bu oyun sitesinde satranç, tavla, go, dama gibi birçok tahta oyununun yanında, çeşitli kâğıt oyunları, hatta son günlerde bilgisayarları istila eden ve bilgisayar önlerine birçok genç ve çocuğu bağlamış olan oyunları ağ üzerinden oynayabiliyorsunuz. Aslına bakarsanız bir tür siberkahve.

Geçtiğimiz yıllarda IBM ve Kasparov arasında yapılan maçların büyük ilgi çekmesi Microsoft'u böyle bir organizasyon yapmaya itmiş olsa gerek. Kasparov'a bu organizasyonda ne kadar ödendiği açıklanmasa da IBM'den aldığı tutara yakın olsa gerek. Tabii Dünya Şampiyonu'yla oynamak o kadar da ucuz değil. Ama Microsoft istediğini elde etmiş durumda. Oyun sayfasına prestij kazandırmak ve bu yolla reklamını çok daha ucuz şekilde yapmayı seçen şirket, daha önce sayfa ziyaret rekorunu kırmış durumda. Oyun daha da uzarsa, (ki sonsuza kadar sürebilir!) bu sayı daha da artacağına benzer.

Biz bunları bir tarafa bırakıp oynanan oyuna ve hamlelere bakalım.

### Garry Kasparov-Dünya Sicilya Savunması

1. e4 c5 2. Af3 d6 3. Fb5+

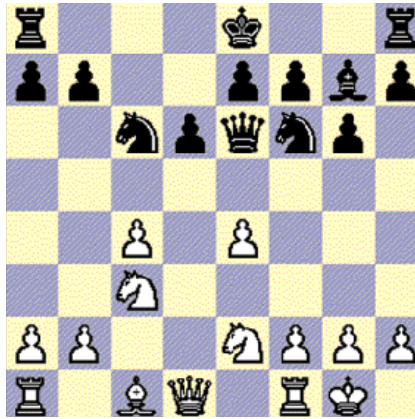
Bu hamleden sonra Kasparov bir mesaj göndererek bu yolu seçtiği için özür diledi. En sevdiği savunmaya karşı oynamak zorunda bırakılmak istemediğini ayrıca önümüzdeki günlerde Anand'la yapacak oldukları karşılaşmayı neden göstererek bu tatsız yolu seçtiğini söyledi.

Gerçekten de yüksek seviyeli oyunlarda bu yol beraberliğe yol açabileceği için pek oynanmaz. Ama gözden kaçırılmaması gereken başka bir nokta var. O da Kasparov'un daha önce de bu yolu seçtiği. Beyaz burada küçük ama güvenli bir üstünlük peşinde.

3. ...Fd7 4. Fxd7+ Vxd7 5. c4 Ac6 6. Ac3 Af6 7. 0-0 g6 8. d4 cxd4 9. Axd4 Fg7 10. Ade2

Şimdiye kadar herşey yolunda, açılış hamleleri yapıldı. Siyah bu durumda rok yapar ve Beyaz hafif bir üstünlük sağlar. Daha fazla söylenecek pek birşey yok. Kasparov durumdan oldukça hoşnut ve zayıf bir rakibi bu konumla devirebileceğini düşünüyor olmalı. Ama işler düştüğü gibi gelişmeyecek.

10. ...Ve6!?



Bu harika hamle Irina Krush'un önerdiği hamleydi ve Dünya bunu oynamayı seçti. Siyah bu hamleyle hem e piyonuna hem de c piyonuna tehditler savuruyor. Böylece oyunun renklendiğini söyleyebiliriz. Beyaz yapabileceği en iyi hamleyi yapıyor.

11. Ad5

Hiç bir taraf üstünlüğü diğerine kaptırmak istemiyor; bundan sonraki hamleler her iki taraf için zorunlu gibi.

11. ...Vxe4

11. ...Kc8?! 12. f3! ve e6'daki Vezir kötü bir durumda kalır.

12. Ac7+ Şd7 13. Axa8 Vxc4

Siyah başka bir piyon alırken At'ı a8'e hapsediyor.

14. Ab6+ axb6 15. Ac3

Şimdi tahtayı bir değerlendirmeye alalım. Siyah bir At ve iki piyon kazandı. Beyaz'sa Kale aldı. Durum taş açısından eşit. Konumsal açıdan en büyük farklılık Şah'larda. Beyaz'ın Şah'ı piyonların arkasında korunmuş durumda; Siyah Şah ortada; piyonlar tarafından korunuyor. İşte bu piyon yapısı



aslında Siyah'a büyük avantaj sağlıyor. Tahtanın merkezini elinde bulundurmak satrancın ana hedef ve kurallarından biri. Bunu yapmanın en iyi yolu da piyonlarla. Merkez piyonları gizli güçler. Ancak bu güç henüz açığa çıkamaz. Aksi takdirde Şah açıkta kalacaktır. Vezir değişimine gidilirse saldırı gücü dengesi azalacağı için Siyah bu gücünü kullanabilir.

15. ...Ka8

Siyah'ın yapacağı hamle konusunda tartışma listelerinde hararetli tartışmalar olurken, bu hamle Speelman tarafından önerildi ve pek çok kişi tarafından kabul görerek oynandı.

16. a4 Ae4 17. Axe4 Vxe4 18.Vb3

18. ...e6 Eğer 19. Vxb6 Ad4 ve Siyah piyonunu hareketlendirebilir. Dünya ise Khalifman'ın önerdiği hamleyi seçti.

18. ...f5 19. Fg5

Kasparov saldırıya başlıyor. Tehdit Kfe1 ve Ve6+'dan geliyor.

19. ...Vb4

Siyah Vezir değişimine gidebilirse oyunu kazanabilir ama Beyaz düşman kampına dalıyor.

20. Vf7 Fe5 21.h3

Beyaz h7'yi alma peşinde Kh8 ve Fxh2+ artık bir savunma değil.

21. ...Kxa4 22.Kxa4 Vxa4





### 23. Vxh7 Fxb2 24. Vxg6 Ve4

Taşlar kabaca dengede. e4'deki Vezir Kale'nin oyuna girmesini engelliyor. Beyaz'ın h piyonu geçer piyon gibi gözüktü de Siyah Vezir ve Fil'in konumları harika onun h7'ye gelmesine izin vermeyeceklerdir. b piyonu ise daha sonrası için bir hayli tehlikeli.

### 25. Vf7 Fd4 26. Vb3 f4 27. Vf7 Fe5 28. h4 b5 29. h5 Ve4



### 30. Vf5+ Ve6!

Siyah Vezir değişimine gitmek peşinde. 30. ...Şc7 bir kaç hamle sonra e7'deki piyonu savunmasız bırakır.

### 31. Vxe6+ Şxe6

Siyah'ın bu durumda çok daha iyi olduğunu düşünenler çoğunlukta. Ama Kasparov hamlesini yapınca işler değişti.

### 32. g3!

Dünya Kasparov'a karşı 10. ...Ve6 oynadığından beri şampiyon için büyük bir sorun vardı. Siyah'ın taşları Beyaz'dan çok daha hareketliydi. Bu cesur hamleyle Kasparov bunu bildiğini ve bir piyon feda ederek Fil'inin tahtanın diğer kanadını tekrar kontrol etmeye başlayacağını, Kale'si gibi Şah'ının da oyuna girerek yeniden hareketli taşlara sahip olacağını bilincinde olduğunu gösterdi.

### 32. ...fxg3 33. Fxg3 b4

33. ...Fxf3? Fazla riskli bir hamle. 34. h6 Fe5 35. h7 ve piyon Vezir çıkma-ya çok yakın. Siyah'ın sorunu, Kale'nin Şah'a h piyonunu durdurmasına izin vermemesi. Bu yüzden Dünya kendi geçer piyonunu ileri sürüyor.

### 34. Ff4 Fd4+

Fil değişimine gitmek Siyah için iyi değil. İlk kurallardan biri oyun sonunda taş (özellikle piyon) üstünlüğü sizdeyse değişimden kaçın. 34. ...Fh8 daha iyi bir hamle olabilirdi.

### 35. Şh1!

Evet. İşte garip bir hamle. Dünya Şampiyonu kabul edilen tüm oyun so-

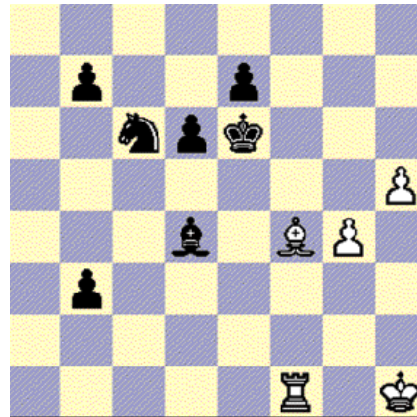
nu kurallarını hiçe sayarak Şah'ı köşeye yerleştiriyor. Kasparov belki de bu gibi seçimler yüzünden Dünya Şampiyonu'dur, kim bilir?

Şimdi bu hamleye daha yakından bakalım. Pek çok kişi Şah'ın g2 oynayarak b piyonunu durdurmaya yöneleceğini düşünmüştü. Ama Kasparov'un bu hamlesinin ardında derin düşünceler yatıyor. Şimdi izlenecek yola bir bakalım:

35. ...b3 36. g4 b2 37. g5 Ab4 38. g6 Ad3 39. h6 b1=v 40. Kxb1 Axf4 41. Ke1+ Fe5 42. g7 Şf7 43. Kg1 ve Beyaz üstündür.

Şimdi baştan bu hamleleri tek tek inceleyelim. 35. ...b3 burada hiç bir sorun yok. Geçer piyon ileri sürülmeli. Beyaz 36. g4'le yanıt veriyor ve Siyah ileri sürmeye devam ediyor, 36. ...b2. Beyaz 37. g5'le ilerliyor. Siyah Vezir çıkamaz çünkü b1 karesi Kale tarafından koruma altında. Böylece At yardımı koşuyor, 37. ...Ab4. Beyaz ilerlemeye devam ediyor, 38. g6. Siyah At'la Fil'e saldırıyor, 38. ...Ad3. Ancak Kasparov tehdidi görmezlikten gelerek piyonunu ileri sürüyor, 39. h6. İşte bu noktada neden Şah'ın köşeye yerleştiği şimdi ortaya çıkıyor. Siyah 39. ...b1=v 40. Kxb1 Axf4'le Fil'i alırsa Şah h1'de olduğu için şahtan kurtulur ve piyonunu ilerletmek için boş bir hamlesi olur. 41. Ke1+ hamlesiyle de sorun çözülür. Siyah Şah han-ğı tarafa kaçarsa kaçsın kaybeder.

### 35. ...b3 36. g4



...b2 ya da Ab4 yerine Dünya tak-tik değiştiriyor ve

### 36. ...Şd5!

Bu hamleyle savunma ve karşı saldırı bir arada başlıyor. Şah Kale yüzünden piyonların önünü kesemiyordu. O da b piyonuna destek vermek için ilerleme-ye başladı. Aynı zamanda da e piyonu için. Kasparov'sa e piyonu da nereden çıktı diye düşünüyor olmalı.

### 37. g5 e6!

37. ...e5 hamlesi d4'deki Fil'in önü-nü keser.

### 38. h6 Ae7!

Siyah At'ına yer açarak piyonların önünü kesmesi için o köşeye yönlendiriyor.

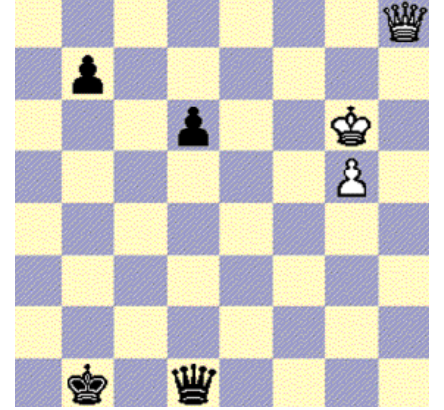
### 39. Kd1

Siyah'ı Fil değişimine zorlamak için kurnazca bir hamle. Ama siyah Fil çok iyi.

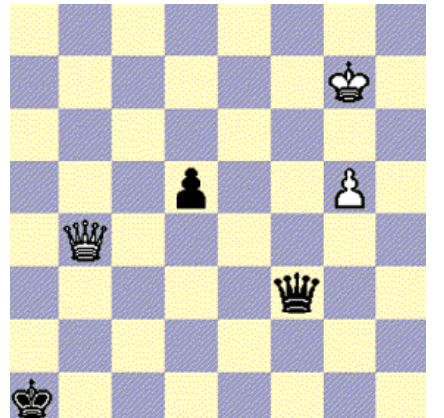
### 39. ...e5 40. Fe3! Şc4 41. Fxd4 exd4

Beyaz bu hamleyle istediğini elde ediyor. şimdi ise Şah'ların erleriyle sa-vaşa katılma zamanı.

42. Şg2 b2 43. Şf3 Şc3 44. h7 Ag6 45. Şe4 Şc2 46. Kh1 d3 47. Şf5 b1=V 48. Kxb1 Şxb1 49. Şxg6 d2 50. h8=V d1=V



51. Vh7 b5 52. Şf6+ Şb2 53. Vh2+ Şa1 54. Vf4 b4 55. Vxb4 Vf3+ 56. Şg7 d5 57. Vd4+ Şb1 58. g6 Ve4 59. Vg1+



Yazı yazılırken yapılmış olan son hamle buydu. Duruma baktığımızda Dünya'nın beraberlik için oynadığını görüyoruz. Bakalım Kasparov Dünya'yı da dize getirebilecek mi? Bundan sonraki analizler size kaldı. Eğer hâlâ bu oyuna katılmak istiyorsanız tek yapacağınız İnternet'e bağlanıp hamlenizi yapmanız.

Özgür Tek



# Kendinizi Sınavın

Bu sayfamızda daha önceki sayılarımızda da yayınladığımız Kendinizi Sınavın bölümünü bulacaksınız. Bu, ilginizi çektiğini düşündüğümüz sayfamız da ne yapmanız gerektiğini kısaca bir hatırlayalım. Size bir oyunun ilk açılış hamlelerini veriyoruz. Bundan sonraki hamleleri tahmin etmek size kalıyor. Hamleleri doğru tahmin ettikçe puanlar kazanıyorsunuz. Oyunun sonunda tüm puanlarınızı toplayarak ne kadar iyi bir satranç oyuncusu olduğunuzu görme şansınız oluyor. Oynamaya karar verdiğiniz hamle dışında diğer varyasyonları da düşünürseniz daha fazla puan toplama şansı yakalayabilirsiniz. Böyle bir testin gerçek gücünüzü ne kadar göstereceği tartışılabilir. Ancak oyun analizi yapmak ve büyükustaların nasıl düşündüğünü tahmin etmeye çalışmak yararlı ve eğlenceli olmalı. Açılış Ansiklopedisi ve Ödüllü Sorularımız da arka sayfada.

Aşağıda Joel Lautier ve Ruslan Ponomarev arasında oynanan bir oyun var. Bu oyun Modern Benoni açılışını görmek ve Beyaz'ın açılışta elde ettiği geniş alanını nasıl kullandığına dikkat etmek için iyi bir örnek.

Bu oyunun başka bir özelliği yaşlı bir kurtla genç bir oyuncunun karşı karşıya gelmesinde. Eski bir yeteneğin genç ve parlak bir oyuncuyla karşılaşması zor olmalı. Aslında yanlış anlamayın. Lautier ne çok yaşlı ne de kötü bir oyuncu. Dünya çapında zorlu turnuvalarda oynamış, Dünya Şampiyonluğu mücadelesi yapmış bir büyükusta. Ama karşı tarafta, 14 yaşında, Dünya'nın en genç büyükustası ünvanını almış biri var.

Size oyunun ilk 12 hamlesini veriyoruz. Lautier'in yanında oturarak, genç büyükustaya karşı hamleleri tahmin etmeye çalışıyorsunuz. Bir kâğıt parçasını kullanıp sayfa boyunca yavaş yavaş inerseniz bir sonraki hamleyi görmeden tahmininizi yapabilirsiniz. Ya da bu iş için bir arkadaşınızdan yardım isteyebilirsiniz.

İster puan kazanmaya çalışarak gücünüzü ölçün, ister analizi yapılmış bu harika oyunu inceleyerek kendinizi geliştirin. Seçim size kalmış.

## Joel Lautier-Ruslan Ponomarev Enghien-les-Bains 1999 Modern Benoni

1. d4 Af6 2. Af3 c5 3. d5 d6 4. Ac3 g6 5. e4 Fg7 6. Fe2 0-0 7. 0-0 Aa6 8. Ad2 Ac7 9. a4 b6 10. Ac4 Fa6 11. Fg5 Vd7 12. b3 e6\*\*



Tahtadaki konumdan başlayarak hamleleri tahmin etmeye çalışın.

### 13. Vd2

**3 puan.** Böyle Benoni açılışlarında Siyah'ı kontrol altında tutmak iyidir. Aslında Beyaz 12. b3 oynayarak riske girmişti. Uzun çapraz g7'deki Fil'in kontrolünde ve c3'teki At ve a1'deki Kale için oyunun ilerleyen evrelerinde bir tehdit. Bu konumda Beyaz en iyi hamleleri yapmak zorunda, ikinci en iyi hamle Beyaz'ı kurtarmaz. Beyaz Vd2 oynayarak c3'teki At'ı korumaya alıyor ve Kale'lerin birbirini görmesini sağlıyor.

13. dxe6 oynayıp bu baskılı oyunu biraz açmak düşünülebilir ancak bu yol Siyah'ın taşlarının özgürleşmesini sağlar. 13. ...Vxe6! ve Beyaz bir şey yapamaz: 14. Axd6 Fxe2 15. Vxe2 Ah5! Ya da 14. Vxd6 Fxc4 15. Vxc7 Fxe2 16. Axe2 Axe4+ ve Siyah umut dolu.

Beyaz'ın 14. f3 hamlesine karşı Siyah'ın iyi bir yanıtı var 14. ...d4! ve Siyah inisiyatif ele geçirir. 13. e5'e karşı da 13. ...Afxd5.

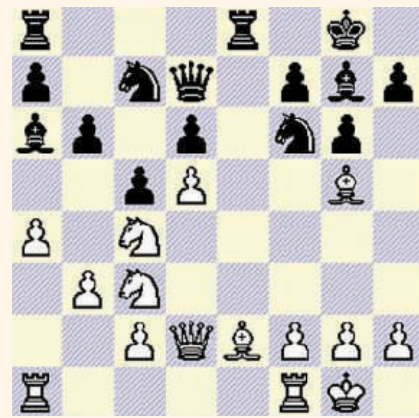
13. Kb1 Fil'in gölgesinden kurtulmak için iyi bir hamle ama çok yaratıcı değil.

### 13. ...exd5

### 14. exd5

**1 puan.** Başka seçenek yok. 14. Axd5'e karşı 14. ...Axe5

### 14. ...Kfe8\*\*\*



Siyah'ın taşları harekete elverişli bir şekilde yerleşmiş olduğu için biraz ustalık isteyen bir durum. Dikkatli olun.

### 15. Ff3

**4 puan.** Fil'i Kale'nin önünden çekerek d piyonunu koruyor ve ...Ae4'ü engel-

liyor. 15. Kad1 hamlesi makul görünse de 15. ...Ae4 16. Axe4 Kxe4 ve Siyah inisiyatif ele geçirir çünkü d5'teki piyon savunmasızdır. Beyaz'ın şimdiki stratejisi taşlarını elinde tutmak olmalıdır; daha sonra her şey yolunda gittiği takdirde elde ettiği alan genişliğini kullanarak Siyah'ı sıkıştıracaktır.

### 15. ...Ag4

Yine dikkat Siyah'ın taşları yine harekete geçmek için hazırlanıyor.

### 16. h3

**3 puan.** At e5'e nasıl olsa gidecek, bu hamle aslında At'ı oraya gitmeye zorlamıyor. 16. Kad1 yine daha önce bahsettiğimiz nedenlerden ötürü mantıklı. Piyonun neden h3'te bulunması gerektiğine bir bakalım: 16. ...Ae5! 17. Fe2 (17. Axe5 Kxe5 18. Kfe1 Kxg5 19. Vxg5 Fxc3) 17. ...Axe4 18. Fxc4 Fxc4 19. Bxc4 Vg4. Siyah'ın ...Fxc3'le taş kazanma tehdidi var bir de c4'teki piyonu alabilir.

16. Kfe1 sorunlar yaratır. 16. ...Fxc4 17. Bxc4 Vf5! Ve sinir bozucu tehditler havada savrulur.

16. Fxg4 de işe yaramaz. 16. ...Vxg4 yine çok fazla tehdit var.

### 16. ...Ae5

### 17. Fe2

**2 puan.** Bu zorunlu hamle. 17. Axe5 taş kaybeder. 17. ...Kxe5 18. Kfe1 (18. Fg4 f5) 18. ...Kxg5 19. Vxg5 Fxc3 20. Ke7 Vd8

### 17. ...Axc4

### 18. fxc4

**1 puan.** Yine zorunlu bir hamle. Eğer 18. Bxc4 Fxc3 19. Vxc3 Kxe2 ve Siyah taş kazanır.

### 18. ...Fxc4

### 19. bxc4

### 1 puan.

### 19. ...a6

### 20. Kb1

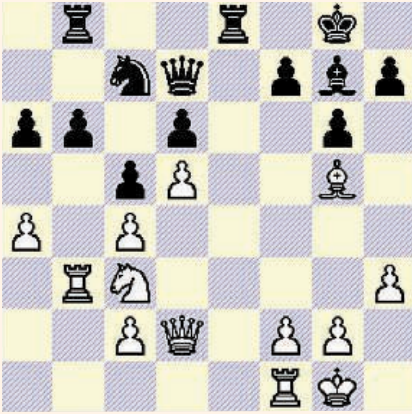
**4 puan.** Beyaz üstünlüğü ele geçirecekse çok önemli bir hamle. Eğer 20. Ka3 b5! Ve Siyah'ın tüm sorunları çözülür: 21. axb5 axb5 22. Kxa8 Kxa8 23. Axb5 Axb5 24. cxb5 Vxb5 ve bu büyük çarpışma sonrası oyun beraberliğe doğru gidebilir. Ancak dikkatli olması gereken Beyaz'dır çünkü Siyah daha hareketli.

### 20. ...Kab8

### 21. Kb3



3 puan. Yine önemli bir hamle yoksa Siyah ...b5 oynar.\*\*\*



21. ...f5

Bu hamle yerine Siyah ...b5 oynasaydı ne yapardınız?

22. axb5 axb5 23. Axb5 Axb5 24. Kfb1! Bu yolu gördüyseniz 4 puan alın.

22. Kfb1

3 puan. b6'daki zayıflığa yüklenme zamanı.

22. ...Aa8

Siyah geri çekiliyor.

23. h4

2 puan.

23. ...h5

Siyah piyonu bloke ediyor ama bu g6'da bir güçsüzlük yaratıyor.

24. a5

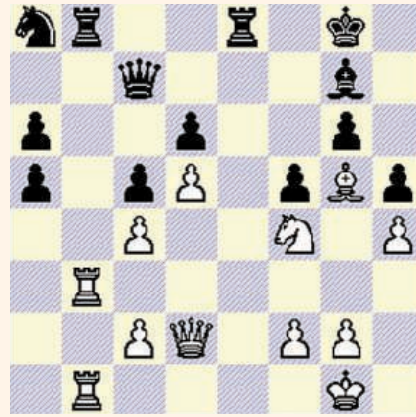
3 puan. Bunu daha önceki hamlede dü-  
şündüyseniz 3 puan daha alın. Beyaz saldırı  
yönünü değiştirerek Siyah'ı sersemleti-  
yor.

24. ...Vc7

25. Ae2

4 puan. 25. Axb5 çok kötü bir hamle  
olur. 25. ...Axb6 ve c4'teki piyona saldırı.

25. ...bxa5\*\*\*



26. Af4

2 puan. e6 piyonunu korurken g6'ya  
saldırı. Harika görünmüyor mu? Kale de-  
ğişimine gitmeye gerek yok.

26. ...Kb4

27. Ke1

3 puan. b düşeyi kapandı Beyaz da e  
düşeyine gidiyor. Siyah'ın şah kanadı hiç  
iyi gözüküyor. Beyaz buraya girerse her-  
şey bitecek.

27. Axc6 2 puan.

27. Ae6 1 puan.

27. ...Vf7

28. Ke6

2 puan. Siyah Kale değişimine gide-  
mez. Beyaz piyonla alacak ve açık düşey-  
den ilerleyecek.

28. Kxe8+ 1 puan. Fena bir hamle değil.

28. ...Vxe8 29. Ke3 Kb1+ 30. Şh2 Fe5 Be-  
yaz'ın saldırısını bir süreliğine kesse de 31.  
Vxa5 ve Beyaz iyi.

28. ...Kxc4

29. Kb7

3 puan. 29. Kxd6, 29. Kbe3, 29. Kxg6 2  
puan alır.

29. ...Vxb7

30. Kxe8+

1 puan.

30. ...Şh7

31. Ke7

1 puan.

31. ...Vb1+

32. Şh2

1 puan.

32. ...Kxc2\*\*\*

## Dünya Şampiyonası Oyunları

Geçtiğimiz ay haberini verdiğimiz VAM Açık Turnuvası Hoogeveen'de yapıldı. 17 Ekim'de altı turdan çift karşılaşmalı olarak yapılan turnu-  
vanın 3. turunda Timman Kar-  
pov'u ve Polgar Sadvakasov'u yen-  
di. 4. turda oyunlar beraberlikle bit-  
ti. Jan Timman son oyunda Dar-  
men Sadvakasov'a yenilince Judit  
Polgar'la birinciliği paylaştı. 1. Tim-  
man, Jan 2650, 3.5; Polgar, Judit  
2671, 3.5; 3. Karpov, Anatoly  
2700, 3.0; 4. Sadvakasov, Dermen  
2468, 2.0; Alta bu turnuvadan son  
turda oynanan oyunları bulabilirsi-  
niz. Ayrıca bu davetli büyükustalar  
turnuvasının yanında açık turnuva  
şeklinde düzenlenen turnuvadan da  
ilginç oyunlar var.

**Polgar, Judit [2670]**

**Karpov, Anatoli [2705]**

**Petroff Savunması**

1.e4 e5 2.Af3 Af6 3.Axe5 d6  
4.Af3 Axe4 5.d4 d5 6.Ad3 Ae7 7.0-  
0 Ac6 8.Ke1 Ag4 9.c4 Af6 10.Ac3  
Axd4 11.cxd5 Axf3 12.gxf3 c5  
13.dxc6 Axc6 14.Ab5 0-0 15.Vxd8  
Axd8 16.Axc6 bxc6 17.Ae3 Ab6  
18.Kad1 Kfd8 19.b4 Axe3 20.fxe3  
Şf8 21.Şf2 Şe7 22.e4 Kxd1  
23.Kxd1 a5 24.b5 cxb5 25.Axb5  
Kc8 26.Şe3 g6 27.Kd3 Kc2 28.Ka3  
Kxh2 29.Kxa5 h5 30.Ka7+ Ad7  
31.Ac3 h4 32.Ad5+ Şd6 33.Ka6+  
Şc5 34.Ka7 Şd6 35.Ka6+ Şc5

36.Ka7 Ae5 37.Ka5+ Şd6 38.Ka6+  
Şc5 39.Ka5+ Şd6 40.Ka6+ Şd7  
41.Şf4 Ad3+ 42.Şe3 Ae5 43.Şf4  
1/2-1/2

**Timman, Jan [2650]  
Sadvakasov, Dermen  
[2465]  
İngiliz**

1.c4 e5 2.Ac3 Af6 3.Af3 Ac6  
4.g3 Ac5 5.Ag2 d6 6.0-0 a6 7.e3  
0-0 8.d4 Aa7 9.h3 h6 10.b3 Ke8  
11.Aa3 exd4 12.Axd4 Axd4  
13.exd4 Kb8 14.Vd3 Ad7 15.Kf1  
b5 16.Ab2 b4 17.Ae2 c6 18.a4 a5  
19.Af4 g5 20.Ae2 d5 21.h4 Ae4  
22.hxg5 hxg5 23.g4 Vf6 24.Kf1  
Axd4 25.f3 Ac5 26.Vd1 Af5  
27.Ka2 Axb3 28.c5 Vg6 29.f4 Ac2  
30.f5 Axd1 31.fxg6 Kxe2 32.gxf7+  
Şf8 33.Kxd1 Şxf7 34.Af1 Kd2  
35.Kxd2 Axd2 36.Ae2 Ac4  
37.Ah5+ Şg7 38.Ac1 b3 39.Kf2 b2  
40.Axb2 Kxb2 41.Kf7+ Şg8 42.Af3  
Ab8 0-1

**Werle, Jan [2215]**

**Bosch, Jeroen [2430]  
Sicilya Sveshnikov**

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.d4 cxd4  
4.Axd4 Af6 5.Ac3 e5 6.Adb5 d6  
7.Ag5 a6 8.Aa3 b5 9.Ad5 Ae7  
10.Axf6 Axf6 11.c3 Ae7 12.Axe7  
Axe7 13.Ac2 Ab7 14.Vd3 d5  
15.exd5 Vxd5 16.Vxd5 Axd5

17.Ae3 Ac6 18.Af5 Af6 19.0-0-0  
Kd8 20.Kxd8+ Şxd8 21.c4 Şc7  
22.cxb5 axb5 23.Ad3 Axd3 24.Kg1  
Ac6 25.Axg7 e4 26.Ac2 Ad4  
27.Kg4 Axf2 28.Kxe4 Axe4  
29.Axe4 Şd6 30.a3 Şe5 31.Ad3  
Şf6 32.Af5 Kd8 0-1

**Van den Doel, Erik [2525]**

**Tiviakov, Sergei [2610]**

**Sicilya**

1.e4 c5 2.Af3 Ac6 3.Ab5 d6  
4.Axc6+ bxc6 5.0-0 Ag4 6.c3 Af6  
7.d3 Ad7 8.Ae3 Vb8 9.Abd2 Vxb2  
10.d4 cxd4 11.cxd4 g6 12.Va4  
Vb5 13.Va3 Ab6 14.Kfc1 Ag7  
15.Kab1 Va4 16.Vxa4 Axa4  
17.Kxc6 Şd7 18.Ka6 Ab6 19.a4  
Khb8 20.d5 f5 21.a5 Ac8 22.Kc1  
fxe4 23.Ag5 h6 24.Agx4 Ae2  
25.Kac6 Kb5 26.Ac3 Axc3  
27.K6xc3 Kxa5 28.Axh6 Kxd5  
29.Ae3 a5 30.f3 a4 31.Şf2 Ab5  
32.Ab1 Kd3 33.K3c2 a3 34.Ac3  
Ac4 35.Ae4 Ad5 36.Kc7+ Şd8  
37.K7c2 a2 38.Ka1 Kaa3 39.Ac1  
Ka4 40.Ac3 Kc4 41.Ad2 Kc6  
42.Şe1 Ae6 43.Kcc1 Ka6 44.Ae2  
Af7 45.Şd1 Ab6 46.Şc2 Kda3  
47.Ab4 K3a4 48.Ac3 Ac4 49.Ad4  
Aa5 0-1

**Jens, Jelmer [2315]**

**Plasman, Hans [2150]**

**Ruy Lopez**

1.e4 e5 2.Af3 Ac6 3.Ab5 f5  
4.Ac3 fxe4 5.Axe4 Af6 6.Ve2 d5  
7.Axf6 gxf6 8.d4 Ag7 9.dxe5 0-0  
10.Axc6 bxc6 11.e6 Vd6 12.0-0

Ke8 13.Ae3 c5 14.Vd2 Axe6 15.c3  
Kad8 16.h3 Ac8 17.Vc2 Ke4  
18.Kfe1 Şh8 19.Vb3 Kg8 20.Kad1  
c6 21.Ac1 Ve7 22.Af4 f5 23.Vb8  
Af6 24.Vc7 Vxc7 25.Axc7 Kge8  
26.Ad6 Aa6 27.Kc1 d4 28.Axc5  
dxc3 9.bxc3 Kxe1+ 30.Kxe1  
Kxe1+ 31.Axe1 Axc3 32.Af3 Ac4  
33.a3 a6 34.Ad4+ Axd4 35.Axd4  
Şg7 36.Axf5+ Şf6 37.Ae3 Ae6  
38.f4 Şe7 39.Şf2 Şd6 40.Şf3 Şc5  
41.Şe4 Şb5 42.f5 Ab3 43.Şd4 Şa4  
44.Ac4 1-0

**Gurevich, Mikhail [2640]  
Rasimdzhanov, Rustam  
[2600]**

**Şah-Hint Ana yol**

1.d4 Af6 2.c4 g6 3.Ac3 Ag7  
4.e4 d5 5.Af3 0-0 6.Ae2 e5 7.0-0  
Ac6 8.d5 Ae7 9.Ad2 a5 10.a3 Ad7  
11.b3 c6 12.Ka2 Ah6 13.Kc2 c5  
14.Adb1 Ag7 15.Kb2 Ae8 16.b4  
b6 17.bxc5 bxc5 18.Vb3 f5 19.Vb6  
Vc8 20.Ag5 Kf7 21.Ad2 Af8  
22.Kfb1 h6 23.Axe7 Axe7 24.Vb7  
Vd8 25.Vxa8 Vxa8 26.Kb8 Va7  
27.K1b7 Vxb7 28.Kxb7 Ag5  
29.Adb1 Ac1 30.Ad3 Af6 31.exf5  
Axf5 32.Kb8+ Kf8 33.Kxf8+ Şxf8  
34.Axf5 gxf5 35.Ae2 Ab2 36.Ag3  
f4 37.Af5 Ad7 38.Axd6 Ab6  
39.Ab7 Axc4 40.d6 Şe8 41.Axc5  
Axd6 42.Şf1 Ac4 43.a4 Şe7  
44.Şe2 Şd6 45.Ab3 e4 46.A1d2  
Axd2 47.Şxd2 Aa3 48.Şc3 f3  
49.gxf3 Ab4+ 50.Şd4 exf3 51.Şe4  
Ac3 52.h3 h5 53.Şxf3 Şd5 54.Şf4  
Şc4 55.Axa5+ Axa5 56.Şg5 Ae1  
57.Şxh5 1/2-1/2



### 33. Ve3

1 puan. 33. Ff6 1 puan. 33. ...Kxd2 34. Kxg7+ Şh6 35. Ke7 ve Fg5 mat.

### 33. ...Vb2

### 34. Ve6

1 puan. Siyah terk eder.

Şimdi puanlarınızı toplayın ve aşağıdaki tabloyla karşılaştırın.

47-53 Büyükusta  
39-46 Uluslararası Usta  
32-38 FIDE ya da Ulusal Ustası  
25-31 Usta Adayı  
17-24 Güçlü Klüp Oyuncusu  
11-20 Ortalama Klüp Oyuncusu  
0-10 Satranç Meraklısı

### Ödüllü Sorular-2'nin Yanıtları

I- 1. Axd5 Şe4 2. Ve6+ Şd3 (2. ...Şf3 3. Ah4++) 3. Ab4++ ya da 1. ...Şg4 2. Vg6+ Şf3 (2. ...Şh3 3. Vg3++) 3. Ad4++ ya da 1. ...Şg2 2. Ve2+ Şh3 (2. ...Şg1 3. Vf2++) 3. Af4++ ya da 1. ...Fg2 2. Vc4 F herhangi bir kare 3. Ah4++

II- 1. Kb6 Şe5 2. Vxb4+ Şd5 3. Kd6++ ya da 1. ...g5 2. Kb5 e4 (2. ...Şe4 3. Kxb4++) 3. Kd5++ ya da 1. ...c4 2. Kd6+ Şe5 (2. ...Şe5 3. Vd5++) 3. Vg3++ ya da 1. ...Şe4 he-men mat 2. Kxb4++

III- 1. Af4 (2. Ve6++ tehdidi) 1. ...Şe5 2. Ve6+ Şxf4 3. Fe3++ ya da 1. ...Şe7 2. Fd8+ Şd6 3. Vd5++ ya da 1. ...Şxc6 2. Vb3 Şd6,7 3. Ve6++

Özgür Tek

### Açılış Ansiklopedisi

Ruy Lopez'in Marsall ve kapalı varyasyonlarıyla devam ediyoruz.

C88/06 Anti-Marshall V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 O-O 8 a4

C89/00 Marshall Karşı Atağı, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 O-O 8 c3 d5 9 d4

C89/01 Emery-Horowitz V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 O-O 8 c3 d5 9 d4

C89/02 Steiner V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa0 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 O-O 8 c3 d5 9 ed e4

C89/16 Kevitz V, Ruy Lopez- Marshall:  
9 ed Axd5 10 Axe5 Axe5 11 Kxe5 c6  
12 Fxd5 cd 13 d4 Fd6 14 Ke3

C89/22 Fischer V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 O-O 8 c3 d5 9 exd5 Axd5 10 Axe5

Axe5 11 Kxe5 c6 12 g3  
C89/27 Geller V, Ruy Lopez, Marshall  
9 ed Axd5 10 Axe5 Axe5 11 Kxe5 c6 12 d4

Fd6 13 Ke1 Vh4 14 g3 Vh3 15 Fe3 Fg4  
16 Vd3 Axe3

C89/28 Piyon Sürümü, Ruy Lopez- Marshall  
9 exd5 Axd5 10 Axe5 Axe5 11 Kxe5 c6  
12 d4 Fd6 13 Ke1 Vh4 14 g3 Vh3 15 Fe3

Fg4 16 Vd3 f5  
C89/30 Spassky V, Ruy Lopez- Marshall  
9 ed Axd5 10 Axe5 Axe5 11 Kxe5 c6 12 d4

Fd6 13 Ke1 Vh4 14 g3 Vh3 15 Fe3 Fg4  
16 Vd3 Ka8 17 Ad2 Ke6

C90/03 Leonhardt V, Ruy Lopez, CLOSED:  
8 c3 Aa5 9 Fc2 c5 10 d4 Vc7 11 h3 Ac6  
12 d5 Ad8 13 Abd2 g5

C90/05 Lutikov V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 Fc2

C90/06 Suetin V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 a3

C90/11 Pilnik V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 d3

C91/01 Bogoljubov V, Ruy Lopez; Merkez Güç  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 d4 Fg4

C92/01 Keres V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 a5

C92/02 İspanyol Benoni, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ve2 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Aa5 10 Fc2 c5

11 d4 Vc7 12 d5  
C92/05 Holmov V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5

7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Fe6  
C92/25 Flohr-Zaitsev V; Lenzerheide V, Ruy Lopez

3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Fb7

C93/00 Smyslov V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 h6

C94/00 Breyer V, Ruy Lopez; Geri Çekilme V  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Ab8

C95/01 Borisenko V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Ab8 10 d4 Abd7

C95/02 Simagin V, Ruy Lopez, Kapalı  
9 h3 Ab8 10 d4 Abd7 11 Ah4  
C95/06 Arseniev V, Ruy Lopez

3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Ab8 10 d4 Abd7  
11 c4

C95/17 Romanishin's Çizgisi, Ruy Lopez- Kapalı  
9 h3 Ab8 10 d4 Abd7 11 Abd2 Fb7 12 Fc2  
Ke8 13 Af1 Ff8 14 Fg5

C96/03 Borisenko V, Ruy Lopez  
3 Fb5 a6 4 Fa4 Af6 5 O-O Fe7 6 Ke1 b5  
7 Fb3 d6 8 c3 O-O 9 h3 Aa5 10 Fc2 c5

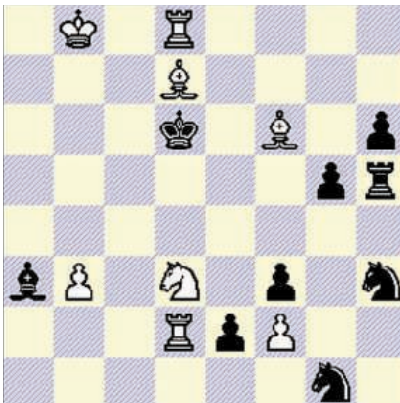
11 d4 Ac6  
C96/10 Keres V, Ruy Lopez, Kapalı  
9 h3 Aa5 10 Fc2 c5 11 d4 Ad7

C97/00 Chigorin V, Ruy Lopez, Kapalı  
9 h3 Aa5 10 Fc2 c5 11 d4 Vc7  
C97/05 Klasik V, Ruy Lopez, Kapalı

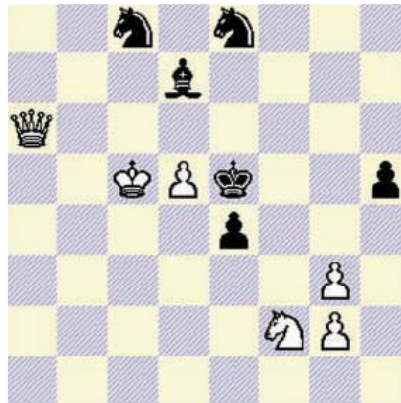
9 h3 Aa5 10 Fc2 c5 11 d4 Vc7 12 Abd2  
C98/04 Rauzer V, Ruy Lopez, Kapalı  
9 h3 Aa5 10 Fc2 c5 11 d4 Vc7 12 Abd2 Ac6

13 de de 14 a4

### Ödüllü Sorular-3



I- Beyaz oynar 2 hamlede mat eder.



II- Beyaz oynar 5 hamlede mat eder.



III- Beyaz oynar 2 hamlede mat eder.

Üstteki üç soruyu da doğru yanıtlayıp bize gönderdiğiniz taktirde TÜBİTAK Popüler Bilim Kitaplarından bir kitap kazanan 25 kişiden biri olabilirsiniz. Yanıtlarınızda standart notasyonu kullanmanız zorunludur. Soruların en kısa biçimde çözülmesi önemlidir.

#### Adresimiz :

TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi Satranç Köşesi Ödüllü Sorular-3

Atatürk Bulvarı No: 221 06100 Kavaklıdere-Ankara

Yanıtlarınızı 1 Ocak 1999 tarihinde elimize geçecek biçimde adresimize postalayınız.

Adı Soyadı :

Okulu-Mesleği :

Sınıfı :

Yaş:.....

Adres :

Telefon :



# Akıl Genlerinin Peşinde

*Zekâ sonradan kazanılmış bir özellik mi, yoksa kalıtsal olarak mı programlanıyor? Bilim dünyasında yaygın olan kanı, kalıtımın da, çevrenin etkisinin de eşit oranlarda etkili olduğu. Peki ama, kalıtımın zekânın gelişimi üzerinde etkisi varsa, bu kalıtsal örüntüyü oluşturan genleri bulabilir miyiz? Bu genleri bilmek ne işe yarar?.. 25 yıldır zekâ araştırmalarında çalışan Robert Plomin, geçtiğimiz yıl yüksek IQ puanıyla ilgisi bulunan bir geni bulduklarını açıklamıştı. Onun araştırması, davranışsal kalıtım alanının en ilgi çeken araştırmalarından biri.*

Zekâ, parasal ve toplumsal başarının en önemli göstergelerinden biridir. Nerede çalışacağınızın, nerede yaşayacağınızın, kiminle evleneceğinizin, boşanıp boşanmayacağınızın, gayrimüslim çocuk sahibi olup olmayacağınızın, hapse düşüp düşmeyeceğinizin belirlenmesine yardımcı olur. Büyük bir isabetle ölçülebilir ve yaşam boyunca çok az değişir. zekânın büyük bir bölümünü genlerimizin belirlediği söylenir. Peki, gerçekten böyle midir?

Konu insan zekâsıysa, herhangi bir tartışma örneği bulmak için uzaklara gitmeye gerek yok. İngiliz psikolog Charles Spearman, bilişsel performansın pek çok yönünün tek ve genel bir zihinsel kapasite tarafından yönlendirildiği düşüncesini ortaya attığından beri, zekâ sık sık uzun soluklu tartışmalara konu oldu. zekâ nedir, ne işe yarar; kimlere zeki denir; zekâ nasıl geliştirilir, nasıl ölçülür, bu ölçümler nasıl kullanılır, ve en iyi nasıl yorumlanır? Soruları üzerinde duruldu. Yakın bir zamanda, 1994 yılında yayımlanan "Çan Eğrisi" adlı kitap da, "Kalıtım mı, çevre mi?" tartışmasını yeniden alevlendirmişti. zekâ, sonradan kazanılan bir özellik mi, yoksa kalıtsal olarak mı programlanıyor? Uzun yıllar süren araştırmalardan sonra, zekâ üzerine çalışan pek çok uzman, bu sorulara "her ikisi de eşit olarak belirleyici" yanıtını veriyor.

Zekânın kısmen de olsa kalıtımla belirlendiği düşünülüyorsa, birilerinin bir yerlerde "akıllı genler"i aramaya koyulması kaçınılmazdı. Akıl genlerinin izini süren araştırmacılardan biri de, zekâ araştırmalarının 25 yıllık emekçisi ve halen bu alanda çalışan Londra'daki Psikiyatri Enstitüsü'nden Robert Plomin. Plomin, geçti-

ğimiz yıl, yüksek IQ ile bağlantısı olan bir gene dair ilk bulgularını yayımlamıştı. Bu yıl da, üç akıl geninin daha yerlerini bulunduğunu açıkladı. Önemli müzdeki birkaç ay içinde de, zekânın önemli belirleyicilerinin en azından iki düzinesini daha bulmayı bekliyor. Araştırmaları şimdiden, bilişsel süreçler üzerinde çalışan bilim adamlarının dikkatini çekmiş ve kimilerini de korkutmuş. Plomin'in çalışması, insan davranışlarını etkileyen kalıtsal etkenleri inceleyen bir disiplin olan davranışsal kalıtım alanında en ilgi çeken araştırmalardan biri. Plomin, kimsenin onun yaptığı işi yapacak kadar çılgın olmadığını söylüyor.

Bu alandaki çalışmalardan bir bölümü, birlikte ya da birbirinden ayrı olarak yetiştirilmiş tek yumurta ikizlerini karşılaştırarak onların kalıtsal tasarımlarının izlerini sürüyor. Bir başka araştırma yöntemindeyse, evlat edinilmiş çocukların özelliklerini, biyolojik ve üvey anne veya babanın ve kardeşlerinin özellikleriyle karşılaştırıyor. Bu çalışmalar eğer iyi kotarılsa, herhangi bir özelliğin kalıtsal olup olmadığını belirleyebilir. Bireyler arasındaki farklılıklar, hangi noktaya

kadar yetiştirilme tarzı, beslenme ve okul gibi çevresel etkilere değil de, genlere bağlı olarak gerçekleşiyor?

Bir özelliğin kalıtsal örüntüsü bir kez oluşturulduktan sonra, araştırmacılar bundan sorumlu genleri de belirleyebilirler. Ancak, araştırma konusu olan genler zekâ genleri olunca araştırma karmaşılaşıyor. IQ testleriyle ölçülen zekânın, insan davranışlarının geçerli ve kalıcı bir bileşeni olduğu doğru: zekâ, yaşam boyunca pek fazla değişmez; ve farklı testler, aynı sonuçları verme eğilimindedir. Ayrıca zekâ, zihinsel özellikler arasında, bilinen ve kalıtsal temeli en ağır basan özelliktir; ikiz ve evlatlık araştırmalarına göre insanların IQ skorları arasındaki farklılıkların % 30-70'i genlere bağlanıyor. Plomin de dahil olmak üzere pek çok uzmana göre, en uygun oran % 50. (Boy ve ağırlık gibi fiziksel özellikler % 90'a varan ölçülerde kalıtıma bağlı olabiliyor.) Araştırmaların karmaşıklığının nedeni, zekânın, yüzlerce, hatta binlerce geni kapsayan karmaşık bir olgu olması. Yani, hem kalıtımla ilgili örüntüsü çok açık değil, hem de zekâyla ilgili herhangi bir genin bulunuşu dünyayı sarsacak bir olay olmayacaktır, diyor Plomin. "Herhangi bir bitki ya da hayvandaki karmaşık bir özelliği belirlemede kaç genin rol oynadığını bilmiyoruz." Akıl genlerinin pek çoğunda, bunlardan herhangi birinin zekânın kalıtsal yapısına katkısının belki %1'in de altında olduğu düşünülüyor.

Bilim adamları, genlerle kişisel özellikler arasındaki bağlantıları, kromozomlar üzerinde yerleri tam olarak belirlenmiş DNA parçaları olan "DNA işaretçileri"ni kullanarak buluyorlar. Tıpkı, mavi göz ge-



*Akıl genlerinin izini süren araştırmacılardan Plomin, bilişsel gelişim üzerine yapılan beş yıllık bir araştırma için 15 000 çift ikiz deneği izliyor.*

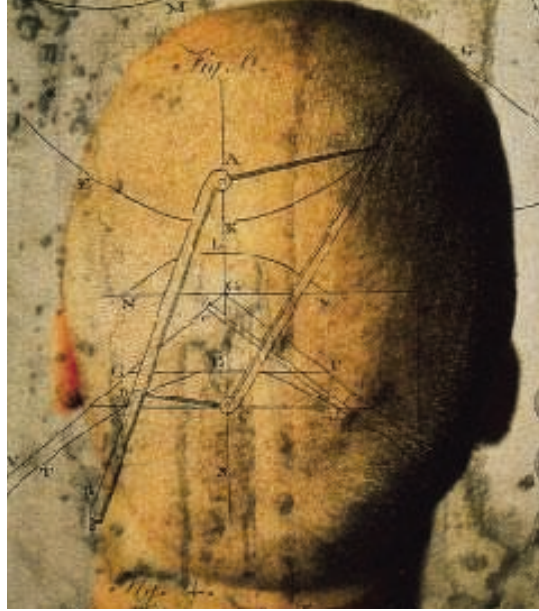
ninin kahverengi göz geninden biraz farklı olması gibi, bu işaretçilerin dizilişleri de farklılık gösterebiliyor. Bu işaretçilerin "allele" olarak adlandırılan farklı çeşitleri, yakınlardaki bir genin farklı çeşitlerine karşılık geliyor. Eğer bir DNA işaretçisinin belirli bir allele'sine sahip insanlarda görülen bir özellik, bu allele'ye sahip olmayan insanlarda görülüyorsa, o özellikle ilişkili olan gen, işaretçinin çok yakınında demektir. Hatta bu gen, işaretçinin kendisi bile olabilir. Bu yaklaşımı kullanarak Plomin, birinin IQ skorlarının ortalaması 103, diğerinin 136 olduğu 51'er kişilik iki farklı çocuk grubunun kullanıldığı bir araştırma yapmış. Araştırmada, daha önceden okuma güçlükleriyle ilişkili olduğu bulunmuş olan 6. kromozomdaki 37 işaretçi kullanılmış. Testler, iki grup arasında, bu genlerin öğrenme ve anımsama sırasında etkin olan bir hormon alıcısıyla ilgili bölgesinde farklılıklar olduğunu göstermiş. Plomin, bu gendeki ya da yakınlardaki bir gendeki farklılıkların, IQ skorlarındaki %1'le 2 arasında bir farklılıktan sorumlu olduğunu düşünüyor.

İnsan genomundaki genlerin daha da küçük katkılarını bulmak için Plomin'in hem çok daha fazla deneğe, hem de bu araştırmada kullandığının binlerce katı kadar DNA işaretçisine gereksinimi olacaktı. Plomin, çalışma arkadaşı Michael Owen çok zaman alan deneklerin her birinin genetik profilini çıkarma işini araştırma dışı bırakmayı önerene kadar, böyle büyük ölçekli çalışmalar yapmayı düşünmüyormuş. Owen, deneklerin DNA profillerini çıkarmak yerine, deneklerin DNA'larından bir havuz oluşturmayı ve her bir deney grubundan oluşturulan DNA havuzunu işaretçilerle yalnızca bir kez taramayı önermiş. DNA havuzu oluşturulması, bu tür bir araştırma popülasyonundaki allele'lerin sıklığını tam olarak belirlemeyecek olsa da, Plomin'e göre normal ve yüksek IQ grupları arasındaki farklılıkları ortaya koyabilir. Plomin, DNA havuzu yöntemini, 4. kromozomda bulunan yüksek IQ ile ilgili üç yerin dha araştırılmasında kullanmış. Bu yılın sonunda, 3000 işaretçi kullanarak yüzlerce gönüllüyü taramış

olacaklar. Şimdiye kadarki sonuçlarına bakarak Plomin, bu taramalarla 20-30 kadar daha gen bulmayı bekliyor.

Peki, daha sonra ne olacak? Plomin'e göre, zekâ genlerinin insanların genetik IQ değerinin belirlenmesinde kullanılması kaçınılmaz. Ancak bu tür testlerden ortaya yeni bilgiler çıkmayacağını söylüyor: Bir çocuğun zekâsı, anne-babasının IQ'su ölçülerek, DNA testleriyle bulunandan çok daha iyi bir biçimde tahmin ediliyor. Okullar öğrencilerini yeteneklerine göre seçecek olurlarsa da, bu seçmelerde IQ testleri, DNA testlerinden çok daha yararlı olacaktır.

Plomin'e göre, çalışmalarının bilimsel yansımaları, toplumsal yansımalarından çok daha önemli. Bunlara,



**Fazladan 15 IQ puanı size farklı bir meslek, farklı arkadaşlar, farklı komşular ve farklı bir yaşam getirebilir.**

örneğin, yön bulma, öğrenme ve belleğin işleyişinde rol oynayan beyin hücrelerinin oluşturduğu yolların daha iyi anlaşılması da dahil. Akıl genlerinin ürünlerinin belirlenerek izlerinin sürülmesi, araştırmacıların bu bilişsel süreçlerin temellerini anlamasına yardımcı olabilir. Birmingham'daki Alabama Üniversitesi'nden psikolog Craig Ramey'ye göre, eğer zekâ kalıtımının gelişimsel süreçleri konusunda daha fazla şey bilinirse, gelişimin hangi aşamalarının nereye kadar ve ne zaman yeniden düzenlenebilir olduğu konusunda daha gerçekçi öngörüler yapılabilir. Ramey, dezavantajlı ço-

cukların ve bebeklerin IQ'larını yükseltmeye yarayan geliştirme programları hazırlıyor. Ona göre, "Bizim yaklaşımımız biraz gelişigüzel kalıyor".

Genetik müdahale konusu hala birçok kişinin tepkisini çekiyor. Delaware Üniversitesi'nden araştırmacı Linda Gottfredson'a göre, düşük zekâyı genetik müdahaleyle yükseltebilir miyiz sorusu birçok kişinin hayal gücünü zorluyor. "İlaçla iyileştirme stratejilerinin geliştirilmesi konusunda büyük bir baskı var. Neden genetik iyileştirme de olmasın" diyor. Akıl genlerinin her birinin etkisi çok küçük de olsa, IQ puanlarında küçücük bir artış bile anlamlıdır. Örneğin, Plomin'in bulduğu ilk gen, IQ skorlarındaki %2'lik bir farklılığı açıklayabiliyor. Bu, 4 IQ puanı demek... Birey açısından çok büyük bir kazanç olmadığı doğru. "Ancak, benzer etkiye sahip birkaç gen daha bulunursa bu, bireye 15 puan daha eklenebileceği anlamına gelecektir. 15 IQ puanı önemli bir kazanç. Bu, lisede başarılı olan ama üniversitede aynı başarıyı gösteremeyecek olan bireyle, üniversitede de başarılı olacak birey arasındaki farklılıktır. Fazladan 15 IQ puanı size farklı bir meslek, farklı arkadaşlar, farklı komşular ve farklı bir yaşam getirecektir; doğrusu ben bu şansı kullanmak isterdim" diyor Gottfredson.

İşte, akıl genlerinin araştırılması konusundaki tartışmalar ve görüş ayrılıkları bu tür senaryolardan kaynaklanıyor. Şimdilik genetik müdahale yoluyla IQ'yu yükseltmeye yarayan bir yöntem yok. Fakat gen terapisindeki ilerlemeler bir gün bunu olası kılabilir. Plomin, aslında kendisinin bu konuda pek iddialı olmadığını söylüyor. "Beni güdüleyen şey yalnızca temel bilim yapma isteği. Yıllarca bunu sessiz sedasız yaptıktan sonra, umuyordum ki günün birinde ben ortaya çıktığımda kalıtımın zekâ alanındaki etkisini kabul etmede insanlar daha az önyargılı olacaklardı." Eğer son projesi umulduğu gibi yürürse, Plomin'in sessiz sedasız geçen gen avcılığı yılları, zekâ alanında hiç de sessiz olmayan yeni bir tartışma başlatacak.

"Why are you so smart?" Discover, Ekim 1999.

Çeviri: Aslı Zülâl



## Bilime Olan Duyarlılık!

Değerli Bilim ve Teknik dergisi ekibi ve değerli okuyucular, "değerli" sözcüğünü rastgele kullandığımı sanmayın. Özenle seçtim bu kelimeyi ve sizlerin önüne koydum; çünkü içimdeki sancıyı ancak sizlerle paylaşabileceğime inanıyorum.

Yirmi beş yaşında, üniversite öğrencisiyim. İzmirli'yim ve Marmaris'te oturuyorum. On iki yıldır Bilim ve Teknik dergisi okuyucusuyum. Dergi şimdiye kadar bana o kadar çok şey kattı ki. Düzenli olarak her ayın ilk haftası alırım. Daha doğrusu Ağustos sayısına kadar alırdım.

Tarihi gün olan 11 Ağustos'taki "tam güneş tutulmasına" bir katkı da Bilim ve Teknik dergisi Ağustos sayısından gelince, buradaki tüm fırsatçılara gün doğmuş oldu...

Derginin Ağustos sayısını hiçbir yerde bulamadım. Önce bu beni çok sevindirdi. Halkın bu olaya bilimsel olarak yaklaşmayı tercih ettiğini sandım. Meğer herkes dergiyi, verdiği güneş gözlüğü için aramış. Gözlüğü alıp dergiyi bırakın, bu sefer bayiler de dergilerinden gözlüğü çıkartıp satmaya başlamış.

Lütfen buraya dikkat edin. Ayın on birine kadar bulamadığım dergiyi, ayın on ikisinde bayilerde görmeye başladım. Tabii ki içinde gözlük yoktu. Benim için fark etmedi. Ben zaten o tarihi olaya bir şekilde katıldım. Önemli olan dergiyi zamanında okuyabilmektir.

İşte halkımızın çoğunluğunun bilime ve tekniğe bu kadar duyarlı ve ilgisiz oluşu beni bir kez daha derinden yaraladı. Bilim ve Teknik'i günlük fantazilerine ve çıkarlarına alet edenleri kinamak istiyorum; ama bu bir işe de yaramaz. Diliyorum Türkiye'de, bu güzel insanlarımız da bir gün bilime ve sanata duyarlı olsun. Duyarlılığı kazanmak bile büyük bir adımdır.

Türkiye'de Bilim ve Teknik'i izleyenlerin azınlık olmadığı bir zaman diliyorum; çünkü Bi-

lim ve Teknik dergisini izlemek ve sanata eğilimli olmak bana çok şey kattı. Herkese de aynı katkıyı sağlayacağından eminim. Türkiye'de böyle bir derginin olması büyük bir şans. Sevgiyle kalın.

Arif Şenday  
Marmaris/Muğla

## Günübirlik Bir Dünya'da mı Yaşıyoruz?

Bilim ve Teknik dergisine gönderdiğim ikinci yazı oluyor bu. İlkinde Tourette sendromu hakkında bilgilenecek istemiştim. Şimdiye edinmek istediğim bazı başka bilgiler olacak. Önerilerim de olacak. Ama önce birkaç konudan bahsetmek istiyorum.

Öncelikle 17 Ağustos 1999 tarihinde yaşanan deprem felaketinin acısını sizlerle paylaşıyor, ölenlerin ailelerine başsağlığı diliyorum.

Yüz binlerce insanın psikolojik şok yaşadığı, on binlerce insanın yaralandığı ve bir o kadarının da öldüğü doğal bir afet karşısında bütün bu olanları unutmak, bizim gibi, depremi "tam anlamıyla" yaşamamış insanlar için kolay olabilir. Kendi çapımızda da olsa yaptığımız yardımlar karşısında desteklendiklerini hisseden depremzedelerin unutulmadıklarını belirtmek isterim.

Özellikle depremzede çocukların önce rehabiliterleri ve sonra eğitimleri onların geleceğe olumlu bakan, hayatın bir depremle altüst olmayan bir akışı olduğunu anlayabilen bireyler olmalarını sağlayacaktır. Maddi ve manevi durumu iyi olan gönüllü ailelerin depremde kimsesiz kalmış çocukları evlat edinmeleri dileğiyle...

İkinci olarak eğitim sistemimizin beklentilerimizi hiç de karşılamadığını belirtmek istiyorum. Fen derslerinde, deney yapma dahil tüm derslerde, konuyla ilgili tartışma olanağını sağlayamıyorlar. Öğretmenler derste konuyu anlatıyor, sözlü

yapıyor, eve ödev veriyor ve ileriki günlerde sınav yapıyorlar. Akıllarımızda ne kadar bilgi kaldığını anlamak için. Böylece öğrencinin bilgi edinme isteğini, soru sorma ve eleştiri getirme yetilerini köreltmüş oluyorlar.

Sorun ne peki? Sorun, eğitim sistemimizin organize olmasında. Eğitim sistemi derken neyi kastediyorum? Tabii ki Eğitim Bakanlığı'nı ve bütün okulların idari kısımlarını. Ayrıca aileleri de.

Okullarda öğrenci sorunlarıyla ilgilenen ünitelerin olmaması yanında, ailelerin de birçok çocuklarının eğitimleriyle pek ilgilenmiyor. Beklentilerimizi karşılayabilen çok az sayıda okul bulunmasıyla birlikte, eğitim sistemimizin, bir sınavı bile organize edememesi ve sistemde birçok öğrencinin haksızlığa uğradığı değişiklikler yapması -hangi okulda olursak olalım- hepimizi bir ölçüde etkilemiştir. Bütün bunlar göz önüne alındığında -bilhassa ailelerin çocuklarının sorunlarına karşı ilgisizliği ve okul müfredatının sıkıcılığı karşısında- bir öğrencinin matematik veya tarih dersi dinlemesini istemek boşuna olur. Hele hele öğrenci evde çalışma alışkanlığını edinmişse.

Bilim ve Teknik dergisi sayesinde eğitim sistemimizin açamadığı kapılar açılmış oldu: Okurlarına "merak" duygusunu aşıladı.

Birçok ülkede bilimsel yayınlar eğitime destek olmuşlardır. Bu bakımdandır, Bilim ve Teknik okurları, dergilerinin daha kapsamlı olmasını istemektedir. Psikoloji, felsefe, tarih, ekonomi gibi konuların dergimizde olması hiç fena olmaz. Ama dergiyi şimdiki haliyle de iyi buluyorum. Önemli olan bize "heyecan" verebilmesi ve bizi bir an için "gülmece" dünyasından uzaklaştırabilmesi.

Bilindiği gibi son yüz yılda çok ilerlemeler kaydetti bilim. Bu arada teknoloji daha da ilerledi. Yüzyılın başındaki iki büyük fizik kuramı ise Koper-

nik'den bu yana birikmiş kuramların birer sonucuydu. Bu iki düşünce sisteminin yarattığı bilgi ve teknoloji kaynakları her zaman günlük hayatımızda. Okuldayken bilgidir, evdeyken teknolojiden yararlanıyoruz. Öyle ki, bilimin bu ilerleyişi karşısında devlet politikaları da, sanat akımları da etkileniyor. En başta, hayata bakış açımız değişiyor.

Kuantum fiziği adına yapılan ilerlemeler, modern kimyanın (periyodik çizelge, molekül kimyası vb.) ve modern biyolojinin (genetik, sitoloji vb.) doğmasını sağlamıştır. Ayrıca teknolojinin "gelişmesi" için gereklidir. Yoksa, elektrik motoru, distribütör gibi aletlerle; kondansatör, direnç gibi parçalarla bu günleri böyle göremezdik.

Modern fizik sayesinde Ay'a insan gidebilmekte, Mars'a uzay araçları indirilebilmekte. En önemlisi ise kuantum fiziğinin "gelişebilmesi" için bir önayak olması. Einstein olmasaydı kara deliklerden, zamanda yolculuktan vb. konulardan bahsedemezdik.

Her şeyin büyük patlama ile başladığını ve yıldızların bir parçası olduğumuzu öğrendiğimizden beri, ışık hızına bağlı zaman kavramımız, büyük patlamaya bağlı mekân kavramımız bize "bir yerlerden saçıldığımızı" göstermekte.

Bu iki kuram dışında bir büyük kuram daha var: Evrim. Diğer ikisi gibi tamamen matematiksel olmayan bu kuram, yine diğer iki kuram gibi deneylerle desteklenmektedir (Mikroorganizmalar sayesinde).

Yıldızlar olsun, canlılar olsun tüm varlıklar evrim geçirmekte. Günlük yaşantımızda bile tanık olduğumuz evrim, hayatın her yönüne yayılmıştır. Vücudumuzdan örnek verecek olursak anlayabiliriz: Yüzük parmağımızı bağımsız hareket ettirememiz; yirmilik dişlerimizin varlığı. (Çene küçüldüğü için yirmili yaşlarda çıkıyor); başta şempanzeler ve sonra diğer primatlar olmak üzere diğer memeli hayvanlarla genetik, anatomi

mik ve fizyolojik benzerliklerin prokaryot hücrelere kadar uzanan bir sırayla gözlenmesi vb.

Evrin sayesinde evrenin mükemmel bir düzenek olduğunu anladık. Yoksa evrim olmazdı!

Peki, evren böyle olduğu için mi varız biz? Evet, başlangıçtan beri gökadalardan var olacağı ve bizim burada olacağımız belliydi. (Fakat benim bu yazıyı yazacağım belli değildi; insanlar bir sonucun sebebinin kendi kendilerine yarattır. İnsan kendi kendine karar verebilir) Öyle ki, varlığımız bir rastlantıydı aslında. Bu, biraz fal bakmaya benziyor: İskambil kâğıtlarını karıştırdıktan sonra falın çıkıp çıkmayacağı bellidir artık. Fakat biz bunu bilmeyiz, amacımız sadece fal bakmaktır. İşin gerisi rastlantıdır: Ya çıkacak, ya çıkmayacak. Ama başlangıç ölçüsü sınırları içinde.

Evrende ise olası iki durum değil, sonsuz durum söz konusudur. Bunlardan sadece biri denk düşmüştür. Ama bu bir rastlantıdır. Çünkü evrenin yaşı ve büyüklüğü belli olunca rastlantının bizim varlığımızdaki etkisi yadsınmaz duruma gelmiştir.

Bilim ve Teknik dergisinden istediğim, yeni fizik (herşeyin kuramı) hakkında daha sistematik bilgi edinmektir. Başlangıcından bu yana nasıl geliştiğini, ne gibi yenilikler getirdiğini, varlığımız ve içinde yaşadığımız evren hakkında düşüncelerimizde ne gibi değişiklikler yaptığını ve en önemlisi neyle karşı karşıya olduğumuzu merak ediyorum. Açıkçası nasıl bir evrende yaşıyoruz ve neden?

Gelecekte cyborg fabrikaları, mutant laboratuvarları kurulacak mı? Ay'a ve Mars'a binalar yapılacak mı? En önemlisi, insanlar evrimi kontrol altına alıp mutlulukla yaşayabilirler mi?

Günümüzdeki insanlar uygarlık yarışında aç kalmamak için yüksek teknoloji ürünü silahlar yaptılar. Karın tokluğu için başlayan bu yarış, insanların ihtiyaçları için değil de çıkarları için sürdürüldü. Temelde insanların benliklerinin ürünü olan bu teknolojik mücadele, devlet yapısına işlemekte olup şimdiki toplum yapısının nedenlerini de açıklamakta.

## Sevgili Bilim ve Teknik Dergisi

Yalova'dan yazıyorum. Yazıyorum diyorum. Çünkü bu mektubu yakın arkadaşım G. ile birlikte yazıyoruz. İkimizin de hayali psikolog olmak. Bir okurunuzun da söylediği gibi, resmen gençlere ve her yaştakilere ışık saçıyorsunuz. Arkadaşım derginizi benim sayemde tanıdı. Artık ikimizde Bilim ve Teknik'siz duramıyoruz. Araştırıyoruz. Araştırmaya bayılıyor. Zaten psikolog olmayı bu yüzden seçtik. İnsanların düşünce yapısının ve düşüncelerinin altında yatan nedenleri araştırmak ve konuşmak çok hoşumuza gidiyor.

Yalova bildiğiniz gibi çok kötü durumda. Özü dileyerek söylüyorum; yazım kötü, çünkü bu mektubu çadırda yazıyorum. Evimiz yıkılmadı. Ama korku işte... Evlere ancak bazı ihtiyaçlarımızı giderebilmek için çıkıyoruz. (Tuvalet, yemek vs.) birçok arkadaşımızı kaybettik. İkimizin de ne ailemizde ne de evimizde bir şey var. (Evimizde diyorum, çünkü aynı apartmandayız.) Aslında G'nin arkadaşlarında o kadar bir problem yok. Ama benim arkadaşlarım arasında çok kayıp var. Onun, arkadaşlarından haberi yok. Aslında benim de yok; ama en çok üzüldüğümüz konu arkadaşlarımızın, böyle, bu şekilde ölmesi. Çok gücümüze gitti. Herkes bizden soğukkanlı davranışlar bekliyor. Söyleyin, Allah aşkına söyleyin; nasıl soğukkanlı olabiliriz? Çünkü bu, ölümle ciddi olarak tanışmamızdı. Birbirimize sarılıp ağlarken herkes bize "soğukkanlı olun. Allah verdi. Allah aldı" ya da "Dua edin dua. Ağlamayı bırak da dua et" oluyor. Benim en sevdiğim öğretmenim, babam gibi yakın gördüğüm insanı M. Hocam'ı kaybettim. Allah aşkına söyleyin nasıl ağlamayayım?

En çok gücümüze giden şey, tanıdıklarımızın böyle, bu şekilde ölmesi demiştim. Bunu anlayınca kendimi tutamayıp hep ağlarım. Arkadaşınızın ya da tanıdığınız öl-

Son olarak sizden istediğim bir şey var: Bilinç hakkında bilgi edinmek, İnsan duyu, düşünce ve davranışlarının ve de öğrenmenin biyolojik olarak değerlendirilmesi mümkün müdür? Bilincin parçalara bölünerek (cinsiyet ayrımı da yapılarak) incelenmesi ve sonunda bir bireyin oluşması (çevre etkisi de dahil) biyolojik olarak açıklanabilir mi? İnsan bilincinin gizi çözüldürse, içinde yaşadığımız evrenle aramızda ince bir sınır kalacağı inancındayım.



Fotoğraf: Bedii Ersavaş

düyse onun sokağı, yıkılan evi ve enkaz altında iki büküm duruşu aklınıza gelsin. Şimdi kendinizi onun yerine koyun; başınızda ya da herhangi bir yerinizde binlerce beton parçası. Gözünüzü bir açtınız ve böyle bir ortamdasınız. Söylediğimiz gibi her taraf beton parçaları. Karanlık, kasvetli bir ortamdasınız. Her tarafınız ağrıyor. Bacaklarınız ve her tarafınız karncalanmaya başlamış. Ölümü de bekliyorsunuz. Yaşamı da bekliyorsunuz. Aslında tam olarak neyi beklediğinizi siz de bilemeden öylece, elleriniz kollarınız bağlı oturuyorsunuz. Bir an önce oradan çıkmak istiyorsunuz. Ama kendinizi zorlasanız başınıza daha beter bir şey geleceğinden ödünüz kopuyor. Yavaş yavaş vücudunuzdan bir şeyler çekildiğini hissediyorsunuz. Ölümün soğukluğu her tarafınızı sarmaya başlıyor. Ve sonunda yaşam kazanamıyor. Ölüm kazanıyor.. İşte bu şekilde ölmek ister miydiniz? İşte ben bunun için ağlıyorum ve soğukkanlı olamıyorum. Başka şekilde ölselerdi gam yemeyecektim.

Ama benim ve hepimizin yapacağı tek şey var bence; Artık bu gerçeği eski güzel günlerin geri gelmeyeceğini kabullenmek. Zaten G. ile benim tek sorunumuz bunu kabullenmenin bize zor gelmesi.

Biz okulda 3 samimi arkadaştık. N., ben, yani D. ve E. E'ler İstanbul'a taşındılar. N. benim 9-10 senelik arkadaşım. (Unutmadan

söyleyeyim ben 14 yaşımdayım. G. ise 12.) ... İlköğretim okulunda okuyoruz. Artık o güzel günler geri gelmeyecek, üçümüz yine matematik öğretmenimizin abartılı giyim tarzını eleştirmeyecek, ölen M. Hocamızın her zaman giydiği o meşhur kıyafetini ne zaman çıkaracağı konusunda düşünmeyecek, kantinden bir şeyler atıştırıp, aniden okul bahçesine fırlamayacak ve geç geldiğimiz zaman birbirimizi eleştiremeyeceğiz. İşte bu güzel şeyleri bir daha yaşayamayacağım. Sadece ben değil, hiç kimse yaşamayacak. Ama yine de şanslıyız. Evimiz yıkılmadı; birkaç eşyamız dışında çoğu şeyimiz sağlam, ailemiz başımızda; ama yine de insan bir süre sonra patlak veriyor. "Ha sallandık, ha sallanacağız, aman dikkatli olun, sallanıyor muyuz?" diye yaşamak çok kötü. Sanki nereye gitsem ecel de benim peşimdeymiş gibi geliyor. İşte bu duygularla yaşamak çok kötü. Şimdi diyeceksiniz bu kız bunları niye yazmış. Bazen insanlar dertleşecek ve kendisini anlayacak birilerini arar. Ben sizin ne denli akıllı, belirli mantık ve olgunluk seviyesine gelmiş insanlar olduğunuzu biliyorum. En azından öyle düşünüyorum. Ama bu mektubu yayımlamamanızı da istiyorum.

G. ve D.

Yalova

(Okuyucularımızın isteğine saygı duyuyoruz. Ama onların yaşadıklarını, duygularını paylaşabilmek için, hoşgörülerine sığınarak, mektuplarını kimliklerini açıklamadan yayımlıyoruz.)

Nasıl bir beynimiz (benliğimiz) olduğunu bilmek (bizi) aydınlatacaktır.

Atomaltı dünya bilinci etkilemezken, moleküler düzeydeki yapılar etkilemekte midir? Bu bağlamda bilincin açıklanabilmesi mümkün müdür?

Eğer bilinç ve her şeyin kuramı üstünde durursanız, sanıyorum daha ilgi çekici bir dergi olursunuz. Ama bu arada sayfa sayısını da arttırmanız bütün konuların eşit dağılımını sağlar. Her şeyi mantık süzgecinden

geçirmenin ve bilimin de yardımıyla her düşüncenin, inanışın, alışkanlıkların vb. bütün tabuların yıkılacağını bilmenin hayata bakış açımızı değiştireceği bir gerçektir.

Bazan niçin yaşadığımızı düşündüğümüz bu dünyada, bana göre, hiç kimse kendisi olduğu için doğmamıştır.

Gelecek günlerimizi özlemeni duyduğumuz "aydınlıklar" içinde yaşamamız dileğiyle.

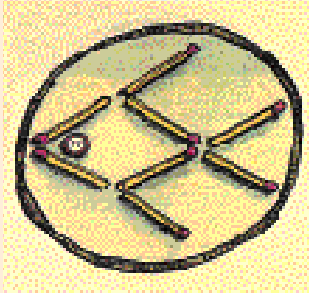
Emre Ünver  
Bursa



## Zekâ Oyunları

Selçuk Alsan

### Balık



3 kibrite yer değiştirin; balık sola değil sağa doğru gitsin.

### Logaritma

Şu ifadenin değeri nedir:  
 $1/\log_2 100! + 1/\log_3 100! + 1/\log_4 100! + \dots + 1/\log_{100} 100!$

### Zorunlu Tanışıklık

Cin Ruhi şöyle dedi: “Herhangi bir toplantıda mutlaka en az 2 kişi aynı sayıda kişi tanıyor”. Kafaboş hemen “Saçma” dedi. “Ben sana öyle bir toplantı yaparım ki kimse kimseyi tanımaz”. Ruhi sabırla: “Bak Kafacığım” dedi, “kimse kimseyi tanımiyorsa herbiri sıfır kişi tanıyor demektir. Sıfır da bir sayıdır; yine aynı sonuç çıkıyor: en az

iki kişi (aslında bu örnekte çok daha fazla kişi) aynı sayıda (sıfır) kişi tanıyor”. Kafaboş “Aklım ermez” dedi; “belki Cinistan’da öyledir; ama bu dünyada bu olamaz”. Ruhi söylediğini ispat edince Kafaboş “geceye karışan bir Arap” gibi ortadan kayboldu.

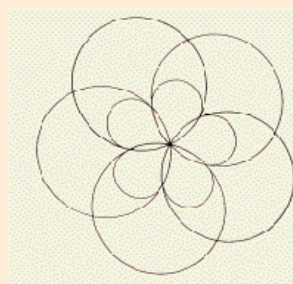
### Özel Bir Kare

Dört doğal sayının hiçbirine bölünmeyen kare bir sayıyı nasıl bulursunuz?

### Moritz Çiçeği

Matematik, müzik ve şiir gibidir; tanıdıkça daha sever ve inceliklerini daha değerlendirisiniz. Bir büyük matematikçi, matematikte düşlem gücünün zekâdan daha fazla rol oynadığını söylemiştir. Her sayımızda size hiç aklınızdan geçmeyen eğrileri ve bunların formüllerini tanıttacağız. Çiçeklerin bile matematik formülleri var. Daha ne acaip şekiller göreceğiz ve matematiğe ve bu buluşları yapanlara hayranlığımız artacak.

Bu şekli Amerikalı matematikçi M.R.E. Moritz bulmuştur.



Poler formülü:

$$\rho = \cos \frac{5}{4} \theta + \frac{1}{3}$$

Kartezyen formül:

$$R^5(648R^2 - 216R + 17)^2 - 9(288R^4 - 112R^3 + 27X)^2 = 0$$

Bu formülde:  $R = x^2 + y^2$   
 $X = x^5 - 10x^3y^2 + 5xy^4$

### Karışık Torba

Bir doğum günü partisinde üç çocukla tanıştım. Arthur, Lillian ve Robert. Mutfakta 3 şeftali, 3 erik ve 3 torba buldum. Bir torbaya 2 şeftali, bir torbaya 2 erik ve bir diğerine 1 şeftali ve 1 erik koydum. Her çocuğa 1 torba verdim. Ço-

cuklara torbaların içinde ne olduğunu söyledim; fakat hangi torbayı hangi çocuğa verdiğimi söylemedim. Çocuklar ellerindeki torbanın içinde ne olduğunu bilmiyorlardı. Sonra çocuklara şöyle dedim. “Herbiriniz torbasının içine baksın; fakat torbasının içeriğini arkadaşlarına yalan söyleyerek bildirin”. Arthur “2 şeftalim var”, Lillian “2 erikim var” ve Robert “1 erikle 1 şeftalim var” dedi. Sonra bu 3 çocuğa şunu söyledim: “Şu andan itibaren her soruya doğru cevap vereceksiniz”. En az kaç soru sorularak torbaların gerçek içeriği bulunabilir?

### Tangram



### Pazar Sayısı

1 yılda en çok kaç Pazar günü olabilir?

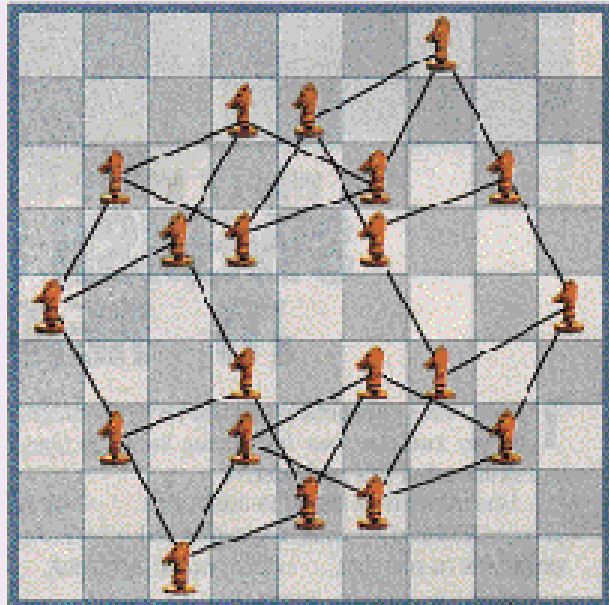
### Küpler

2x2x2’lik bir küpün her yüzünde 4 kare var. Bu karelere öyle sayılar yazmak istiyoruz ki bir karenin içindeki rakamla kenar komşuluğu olan kareler içindeki sayıların toplamı 13 olsun. (Örneğin ön yüz sağ üstte 3 yazılı; bunun kenar komşuları 2, 2, 2 ve 4



### Şövalyelerin Toplantısı

Şövalyeler (satranç atları) kılıçlarını bir kenara koyup bir araya geldiler. Şatoları doğal olarak satranç tahtalarıydı.



a) 4x4’lük bir satranç tahtasına 8 atı öyle koyunuz ki hiçbirisi diğerlerini alamasın.

b) 6x6’lık bir satranç tahtasına 16 atı öyle koyunuz ki her at bir diğer atı alabilsin.

c) 5x5’lik bir satranç tahtasına 16 atı öyle koyunuz ki her at iki at alabilsin ve her at diğer 15 atın bulunduğu kareleri dolaşarak

peşpeşe iki daireye benzer yol çizsin ve 16 hamlede başladığı kareye dönsün. Aynı soru 8x8’lik tahta ve 28 at için (bu son problem için bir ipucu verelim: her köşede 7 at olacak). d) Şekilde her atın 3 at alabildiğini görüyorsunuz. Tahta 9x9’luk ve 20 at var. 9x9’luk bir tahtaya 28 atı öyle yerleştirin ki her at 3 at alabilsin. (İpucu: Atlar karşıt köşelerde 14 ve 14 olarak yığılmalıdır).

e) 7x7’lik bir satranç tahtasında 16 atı öyle yerleştirin ki her at diğer 3 atın karesini ziyaret edip kendi karesine dönebilsin.

dür.  $3+2+2+2+4=13$ . Üst yüz-  
de sağ önde 2 var. Bunun ke-  
nar komşuları 1, 3, 3 ve 4.  
Böylece  $2+1+3+3+4=13$  vb.  
Böyle bir küp yapılabilir mi?

### Satrançta Zürafa

Satranca yeni bir taş eklen-  
miş olsun: Zürafa. Zürafa, bir  
yönde 4, buna dik bir diğer  
yönde 5 kare gider; çapraz gi-  
demez; yatay ve düşey gider.  
Bir satranç tahtasına birbirini  
alamayacak şekilde kaç zürafa  
konulabilir?

### Çekirge

a) Bir çekirge 3 m çapında  
silindirik biçiminde bir odanın  
döşemesinde oturuyor. Çekir-  
ge bir sıçrayışta 2 m gidiyor.  
Çekirgenin odanın döşeme-  
sinde nerelere ulaşabileceğini  
gösteriniz.

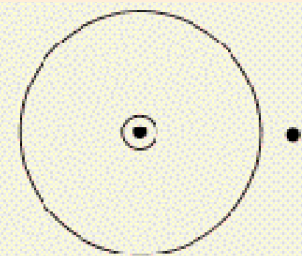
b) Kenarları 2 m olan küp  
biçimi bir oda var. Bu odanın  
döşemesinde köşelerden  
biri üzerinde aynı çekirge otu-  
ruyor. Çekirgenin odanın dö-  
şemesinde nerelere ulaşabile-  
ceğini gösteriniz.

### Kıyaslama

Mavi gözlüler arasında sarı-  
şınların sarışın olmayanlara  
oranı, her çeşit göz rengi olan-  
larda sarışınların sarışın olma-  
yanlara oranından büyükse,  
sarışın mavi gözlülerin sarışın  
olmayan mavi gözlülere oranı,  
bütün mavi gözlülerin bütün  
mavi gözlü olmayanlara ora-  
nından büyük müdür?

### Göldeki Ada

Şekilde bir göl, gölün orta-  
sında küçük bir ada, adanın or-  
tasında bir ağaç ve gölün ke-  
narında bir başka ağaç görülü-  
yor. Gölün kıyısında bir adam  
ve adamın elinde 300 m'den  
biraz fazla bir ip var. Gölün ça-  
pı 300 m. Adam yüzme bilmi-  
yor. Adada bir hazine var ve  
adam mutlaka adaya gitmek  
istiyor. Ne yapabilir?



### Solucanlar Dünyası

Solucanlar Dünyası-  
'na hoş geldiniz. Gördü-  
ğünüz büyük kare Solu-  
canlar Dünyası'dır. Bu-  
rada yaşayan solucanlar  
sayılara allerjiktir. Bir  
sayıyla ilk temas etik-  
lerinde birşey olmaz;  
yollarına devam edebi-  
lirler. Ancak yolları üze-  
rinde aynı sayıyla ikinci bir kez karşılaşılırsa şoka girerek ölü-  
yorlar. Bu kare içinde herhangi bir sayıdan başlayarak bir solu-  
canın gidebileceği en uzun yol nedir? (Solucan yalnız aşağı,  
yukarı, sola ya da sağa gidebilir; çapraz gidemez) (İpucu: En  
uzun yol 20 karedir).



### Alice'nin Tangramları



Alice Harikalar Diyarında  
romanında Alice'in rastladığı  
dört kahramanın tangramlarını  
görüyorsunuz: Mart Tavşanı,  
Sırtan Kedi, Şapkacı ve Dü-  
şes. Bu tangramları çözünüz.

### Sihirli Sayılar

Öyle sayılar bulunuz ki çar-  
pımları toplamlarına eşit ol-  
sun. Örneğin 2 ve 2 böyle:  
 $2+2=2 \times 2$ . Böyle sonsuz sayı  
olduğunu S. Lloyd ve H. Du-  
deney gösterdi. Hangi sayılar  
dersiniz?

### Kurbağalar ve Bardaklar



Bu şekilde 8 yatay, 8 düşey  
ve  $13+13=26$  çapraz çizgi var-  
dır. Bu 42 çizgiden hiçbirinin  
üzerinde birden fazla kurbağa  
yok. 3 kurbağadan herbiri, da-  
ha önce üzerinde kurbağa bu-  
lunmayan, bir bardağın üzeri-  
ne sıçırıyor ve yine hiçbir doğru

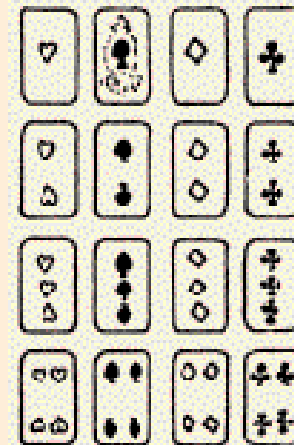
üzerinde 1'den fazla kurbağa  
bulunmuyor. Hangi kurbağalar  
nasıl atladı? (Tek çözüm var).

### Herşey Görelidir

Ünlü matematikçi Lewis  
Carroll'un (Alice Harikalar  
Diyarında adlı çocuk romanı-  
nın yazarı ve birçok bilmece-  
nin yaratıcısı) sorduğu bir so-  
ru: "Elimde iki masa saati var;  
biri hiç çalışmıyor; diğeri gün-  
de 1 dakika geri kalıyor. Han-  
gisini tercih edersiniz?"

### 22 Oyunu

Yere yüzleri yukarıya dö-  
nük 16 kart açılır. İki oyuncu  
sırayla yerden birer kart alır.  
Alınan kartlardaki sayılar top-  
lanır. Örneğin 1. oyuncu yer-  
den 2 alır ve 2 der. 2. oyuncu  
yerden 6 alır ve 8 der ( $2+6=8$ ).  
1. oyuncu yerden 4 alır ve 12  
der ( $8+4=12$ ). 22. sayıyı tuttu-  
ran ya da hasmını 22'yi geçme-  
ye mecbur eden oyunu kaza-  
nır. Hangi oyuncu isterse oy-  
nu daima kazanabilir ve nasıl?



### Şiirsel Matematik

$$\begin{aligned} 1976 &= 9+8+7+6+5+4+3+2+1+2+3+4+5+6+7+8+9 \\ 1976 &= 98+76+54+32+1+2+3+4+5+6+7+8+9 \\ 1976 &= 987+654+321+2+3+4+5+6+7+8+9 \\ 1976 &= \sqrt{9!} + 876 + 543 + 212 = 345 + 678 + 987 \\ 1976 &= 1+2+3+4+5+6+7+8+9+8+7+6+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= 1-2+3+4+5+6+7+8+9+8+7+6+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= 1+3+5+7+9+11+13+15+17+19+21+23+25+27+29+31+33+35+37+39+41+43+45+47+49+51+53+55+57+59+61+63+65+67+69+71+73+75+77+79+81+83+85+87+89+91+93+95+97+99 \\ 1976 &= 12^2+4+56+7+8+9 \\ 1976 &= 1+2+3+4+5+6+7+8+9 \\ 1976 &= 1+2+3+4+5+6+7+8+9 \\ 1976 &= 9876+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= 98+7+6+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= (9876+4) \cdot (5+1) \\ 1976 &= 1-2+3+4+5+6+7+8+9+8+7+6+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= 123+4+5+6+7+8+9+8+7+6+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= 12+34+56+78+9+8+7+6+5+4+3+2+1 \\ 1976 &= 9+8+7+6+5+4+3+2+1+2+3+4+5+6+7+8+9 \\ 1976 &= (987+65+41) \cdot (3+2+1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1976 &= (1+1)^2 - (1+1) - (1+1+1) \\ 1976 &= (2^2-2+22-2) \cdot 2 \\ 1976 &= [(3-3)^2-3] \cdot 3+33 \\ 1976 &= \sqrt{(4-4)^2} \cdot 4+4! \\ 1976 &= (5-5+5) \cdot 5+5 \cdot 5 \\ 1976 &= 4\sqrt{6}+6!-(6+5!)-(6-6) \\ 1976 &= (7+7+7) \cdot [7!-(7+7+7)+7] \\ 1976 &= ((8+3)^8-8) \cdot 8-8 \\ 1976 &= [9!-(9+9+9)-(9^9)] \cdot (1+9) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1976 &= \frac{AAAA-AAA-AA-A}{A} \cdot \frac{A+A}{A} \\ 1976 &= (III-III-1-1) \cdot (1+1) \\ 1976 &= 2222-222-22-2 \end{aligned}$$

A=1 veya 2.

1'den 9'a kadar olan sayıla-  
rı artan ve azalan sıralarda kul-  
lanarak ya da 1'den 9'a kadar  
olan bir sayıyı tekrarlayarak,  
dört işlem, kök alma, üst ve  
faktoriyelle 1976 bulunuyor.  
(Naukai Jizn'den)

2000 yılı şerefine benzer  
yollarla 2000'i bulun.

### Kabile Reisinin Çocukları

Bir kabilede insanların  
isimleri yalnız A ve B harfleri  
kullanılarak yazılıyor. Çocuk-  
lar için 1, 2 veya 3 harfli bir  
isim kullanılıyor. Bazı kurallar  
var:

a) Yanyana aynı iki veya da-  
ha fazla harf isim olamıyor.

b) Çocuk isimlerinde er-  
kekse A, B'den önce, kıza B,  
A'dan önce geliyor. Kabile reisi  
"3 kızım ve 3 oğlum var; hep-  
sinin isimleri farklı" diyor. Bu  
olabilir mi?



## Geçen Ayın Çözümleri

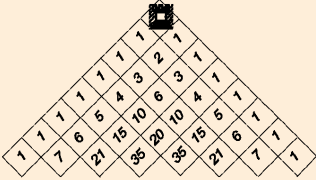
### Kurbağalar



### Kalenin Yolculuğu

1	8	36	120	330	792	1716	3432
1	7	28	84	210	462	924	1716
1	6	21	56	126	252	462	792
1	5	15	35	70	126	210	330
1	4	10	20	35	56	84	120
1	3	6	10	15	21	28	36
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1

Her kareye yazılan sayı, o kareye kaç şekilde gelinebildiğini ifade etmektedir. Bu nedenle sol ve alt kenarlardaki kareler 1'dir. Her kare içine, solundaki ve altındaki karelerdeki sayıların toplamı yazılıyor. Örneğin  $2+1=3$ ,  $3+1=4$ ,  $4+1=5$ ,...;  $2+1=3$ ,  $3+3=6$ ,  $4+6=10$ ,  $5+10=15$ ,...;  $1+7=8$ ,  $28+8=36$ ,  $84+36=120$ ,... Görüldüğü gibi kale a1'den h8'e 3432 şekilde gelebilir. Şimdi kareyi bir köşegeni doğrultusunda kesin ve şekilde görülen üçgeni elde edin.



Şaşırdınız değil mi? Çünkü bu bir Pascal üçgeni; her sayı bir üst sırada soluna ve sağına gelen sayıların toplamı:  $10=4+6$ ,  $15=5+10$ ,  $35=15+20$  vb. Örneğin 35 yazılı karenin anlamı şu: Üçgenin tepesinden bu kareye 35 farklı şekilde gelebilir. Pascal üçgeninin satırları  $(a+b)^n$ 'nin terimlerinin katsayılarını verir; buna binom (iki terimli) katsayıları denmektedir.

### Akreple Yelkovan Üstüste

t zamanında akrep ve yelkovanın 12'den itibaren saat yönünde oluşturduğu açılar bulalım. Yelkovan  $\theta$ , akrep ise

$$\left(\frac{\pi}{2}\right) + \left(\frac{\theta}{12}\right) \text{ açısını yapar.}$$

$$\theta = \left(\frac{\pi}{2}\right) + \left(\frac{\theta}{12}\right) \text{ 'den}$$

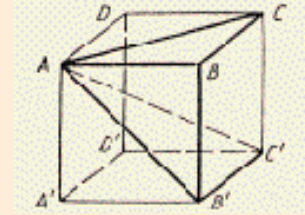
$$\theta = \left(\frac{5+1}{11}\right)\pi \text{ bulunur. Bu, } \theta$$

$90^\circ$ 'den biraz fazla demektir.  $90^\circ$ , 15 dakika karşılığıdır. Yelkovan 1 saatte  $360^\circ$  gittiğinden,  $\theta$ - $90^\circ$  zaman olarak hesaplanır; bu da 1 dakika 21 saniye tutar. Zaman olarak saat 3'ü 16 dakika 21 saniye geçmektedir.

### 1000!

$n!$  içinde 10 çarpanı sayısı kadar 0 vardır. 1000 sayısı içinde 200 adet 5 çarpanı, 40 adet 25 çarpanı, 8 adet 125 çarpanı ve 1 adet 625 çarpanı vardır. Bunların herbiri çift bir sayıyla çarpılırsa sonu sıfırla biten bir sayı verir. O halde 1000!,  $200+40+8+1=249$  sıfırla biter.

### Küp ve Piramitler

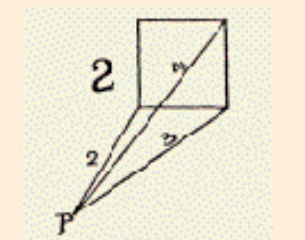
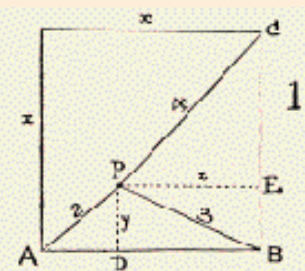


1. piramit: AC'CBB'
2. piramit: AC'D'A'B'
3. piramit: AC'CDD'

### Şarap mı Arap mı?

Şarap-su karışımının hacmi 5/4 litre; bunun 1/4 litresi şarap ve 1 litresi su. Bu karışımın bardakla 1/4 litre alıyoruz. Bu 1/4 litrede su ve şarap oranı B sürahisindeki oranın aynısıdır. B sürahisindeki su ve şarap karışımında su oranı 4/5 ve şarap oranı 1/5'dir. O halde 1/4 litrelik bardakta  $(1/4) \cdot (4/5) = 1/5$  litre su ve  $(1/4) \cdot (1/5) = 1/20$  litre şarap vardır. B sürahisine 1/4 litre şarap koymuştuk. B sürahisinden bardağı doldurduktan sonra B sürahisinde  $(1/4) - (1/20) = 4/20 = 1/5$  litre şarap kalmıştır. A'ya nakledilen suyla B'de kalan şarap miktarı eşittir: 1/5 litre.

### Hazinenin Yeri



Karenin kenarı  $x$ ,  $P$  hazine,  $PA=2$ ,  $PB=3$  ve  $PC=4$  m.  $APB$  üçgeninin alanını  $x$  cinsinden ifade edelim. Heron formülüne göre üçgenin alanı  $n = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ ; burada  $s = (a+b+c)/2$ .

2. ( $APB$  üçgeninin alanı)  $= xy$  ( $APD$  ve  $DPB$  dik üçgenlerinin alanlarının iki katı  $= xy$ ).  $xy$ 'yi  $x$ 'e bölüp kare alırsak  $y^2$ 'yi buluruz. Benzer yolla  $z^2$ ,  $x$  cinsinden elde edilebilir. Bundan sonra  $y^2+z^2=3^2$  denklemi çözülür. Bu, şu şekli alır:  $x^4-20x^2=-37$ . Buradan  $x^2 = 10 + \sqrt{63} = 17,93$ .

Kenarı 17,93 m olan kare, hazineyi saklayan karedir. Kök için eksi değer alınırsa  $P$  karenin dışına düşer (alttaki şekil); bu ise soruya uymaz.

### Matematikçinin Çalar Saati

Yalnızca 2 saat uyuyabildi. Çingiraklı çalar saatler uyandırmada sabahın 10'u ile gecenin 10'unu ayırt edemez. Bu nedenle çalar saat gecenin 10'unda çalıp öğretmeni uyandırdı.

### Akıllı Robotlar

2 numaralı robot ahçılık yaptığı geceler, 1 numaralı robota hakkının üç katı makine yağı likörü, civata salatası ve entegre devre kebabi sundu ve çıkış kapısından onun kucağında geçti:  $1+2=3$  ve 3 tek sayı.

### Baba Oğul Koşucular

Bu koşullarda baba ve oğul bitiş çizgisine 200 m kala yanyana gelirler ve baba, kalan 200 m'yi daha hızlı koşarak yarışı yine kazanır.

### İrrasyondan Rasyonele

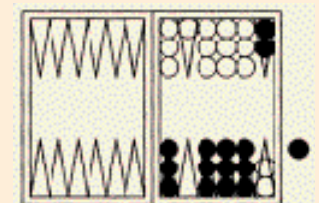
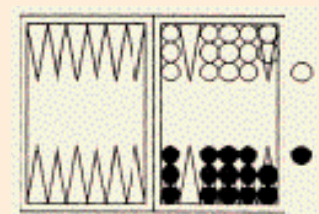
$$a = \sqrt{2} \sqrt{2} \text{ ve}$$

$$b = \sqrt{2} \text{ irrasyondur; fakat}$$

$$\sqrt{2} \sqrt{2} = 2 \text{ rasyondur.}$$

$$\left(\sqrt{2}\right)^{\left(\sqrt{2}\sqrt{2}\right)} = \sqrt{2}^{\sqrt{4}} = \sqrt{2}^2 = 2$$

### Sonsuza Dek Tavla



a) Taraflardan biri 5'li zar atmadıkça; b) Her iki taraf sonsuza dek 5-5 atarsa oyun sonsuza dek sürer. Tabii ki böyle bir oyunun olasılığı pratik açıdan sıfırdır, fakat teorik olarak bu mümkündür.

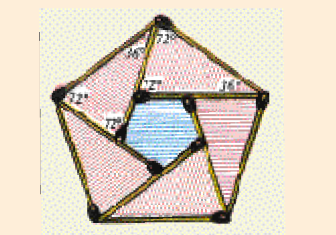
### Trendeki Top

Yerdeki gözlemci, topun tepesi üstte olan parabolik bir yörünge çizdiğini görür. Yaptığınız harekete göre başka bir hareketi değişik yorumlarsınız.

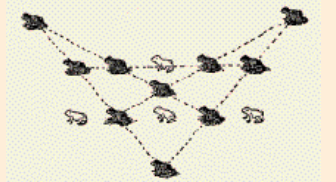
### Ormandaki Kız

En sağdaki çam ağacının en altındaki eğik duran iki kibriti alarak en soldaki çam ağacının en altına eğik olarak koyun, kız geri dönmüş gibi olur; çünkü 6 ve 8 yapraklı çam ağaçlarının yeri değişmiştir.

### 10 Kibrit

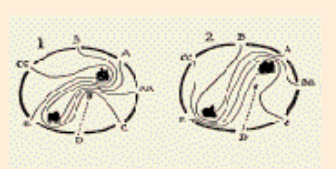


### Kurbağalar



Sıçrayan 4 kurbağanın sıçrama-dan önceki yerleri beyazla gösterilmiştir.

### Ravensdene Park Cinayeti



Yollar için iki olasılık vardır. Bu şemalardan anlaşıldığı üzere Lord Hastings'in yanına, diğer izleri çaprazlamadan varabilecek yalnız C ve E'dir. E cinayet sırasında evinde olduğunu kanıtladığından katil C kapısından girendir.

### Alanlar

Kırmızı alan + sarı alan = karenin yarısı.

mavi alan + sarı alan = karenin yarısı (kenarları 4 ve 3; 1 ve 4 olan iki dik üçgenin alanlarının toplamı =  $2+6=8$ =karenin yarısı) Bu nedenle mavi alan = kırmızı alan olmalıdır.

### Domuz Yakalama Oyunu

Katrün (kırmızı) beyaz domuzu ve Hendrik de (mavi) siyah domuzu asla yakalayamaz; çünkü domuz daima çiftçinin bulunduğu karenin çaprazındaki bir kareye gelir. Katrün siyah ve Hendrik beyaz domuzu yakalayabilir. Burada satrançta 'opo-

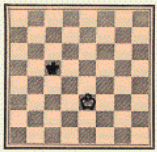
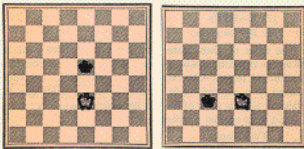
zisyon" olarak bilinen kural geçerlidir: Şah ve piyonlu oyun sonlarında iki şahın arasında tek sayıda (1,3,...) kare varsa ilk oynayan taraf oyunu kaybeder. Bu oyunda çiftçi ile en yakın domuz arasında 1, uzak domuz arasında 4 kare vardır. Bu nedenle kendine yakın domuza yönelen çiftçi opozisyonu ve dolayısıyla oyunu kaybeder. Opozisyonun daha iyi anlaşılması için örnek bir satranç oyun sonu veriyoruz.

#### İskambilde Strateji

Oyuna siz başlayın ve ilk kart olarak 5'i seçin. Size A, rakibinize B diyelim. B'nin ilk kart olarak 5'i seçmesi hariç, siz daima kolayca 10 ya da 17 demeyi garantilersiniz. (A-5, B-6; A-10) veya (A-5, B-7; A-10) veya (A-5, B-8; A-10) veya (A-5, B-9; A-10) veya (A-5, B-11; A-17). Siz 10 ya da 17 dedikten sonra, onun her kartını 7'ye tamamlayacak biçimde kart seçersiniz (1'e karşı 6, 2'ye karşı 5, 3'e karşı 4 vb) Böylece siz 5, 10, 17, 24 dersiniz. Siz 24 dedikten sonra o ne yapsa 30'u geçemez ve siz "otuzbir" diyerek kazanırsınız.

Siz ilk kart olarak "beş" dedikten sonra o da 5 seçip "on" derse iş biraz karışır; çünkü siz artık 17'ye erişemezsiniz; bu nedenle "oniki" deyip onu 17'ye varmak için bir beşli daha harcamaya zorlarsınız: (A-5, B-10; A-12, B-17). Bundan sonra (A-19, B-24). Bu noktada beşlilerin dördü de harcanmıştır; siz 26 dersiniz, onun 26'yı 31'e tamamlamak için 5 bulması olanaksızdır; ya 31'i geçecek ya da en çok 30'a erişip sizin "otuzbir" demenizi sağlayacaktır (A-26, B-27 veya 28 veya 29 veya 30); A-31 ya da (A-26, B-32).

#### Dahiler Satranç



Düşey opozisyon -yatay opozisyon-çapraz opozisyon:

Şah ve piyon tipi oyun sonlarında iki şah arasında tek sayıda (1,3,5,7) kare varsa, ilk oynayan Şah oyunu kaybeder veya kazancakken berabere bırakır. Yukarıda üç çeşit opozisyon görüyorsunuz. Çapraz opozisyon diğer iki tipe çevrilebilir (1...Şd5; 2-Şd3. Beyaz opozisyonu kazandı. Sıra beyazdaysa beyaz opozisyonu kaybeder: 1-Şe4, Şc4). İki Şah arasında 1 kare varsa, Şah'lar komşu karelerde olmayacakları için, ilk oynayan Şah gerilemek ya da yana kaymak zorunda kalır; ilerleyemez. Siz iki Şah arasında 1 kare kalacak şekilde oy-

nayarak düşman Şah'ı daima geriletebilirsiniz. Şah'ınızı piyonunuzun vezir çıkacağı karenin çaprazına getirdiğinizde vezir çıkmayı garantilemiş olursunuz. Bu stratejiye "opozisyonu ele geçirmek ve devam ettirmek" denir. Şu kuralı da hatırlamalısınız: Vezir çıkacak piyonunuz 7. sıraya geldiğinde Şah demekten kaçınmalıdır. Verdiğimiz problemi opozisyonla çözelim: 1-Şf5! (1-Şf4 ya da 1-Şg5 beraberliğe yolaçar). 1...Şf8; 2-Şf6! (beyaz tekrar opozisyonu kazanıyor. 2-Şe6??, Şe8!; 3-d7+, Şd8; 4-Şd6. Oyun berabere). 2...Şe8; 3-Şe6!, Şd8; 4-d7, Şf7; 5-Şe7 ve beyaz Vezir çıkar.

İki Şah arasında 3,5,7 kare varsa uzaktan opozisyon söz konusudur. Aynı kuralları geçerlidir; yani bu durumda ilk oynayan Şah oyunu kazanamaz; siz Şah'ınızı ilerleterek uzak opozisyonu 7 → 5 → 3 → 1 ile yakın opozisyona çevirebilirsiniz.

#### Tangram



#### Palabıyığın Yaşı

Kişi	n yıl önce	şimdi	15 yıl sonra
Sadık	2x	4x	4x+15
Hürmüz	x	3x	3x+15

Sadık'ın yaşı n yılda 2x'den 4x'e erişmiş, yani 2x artmıştır. Bu nedenle Hürmüz'ün bugünkü yaşını bulmak için x'e 2x ekledik (Hürmüz de n yılda 2x kadar yaşlandı).

4x+15+3x+15=100'den x=10. Sadık 40, Hürmüz 30 yaşında. 20 yıl önce Sadık 40-20=20 ve Hürmüz 30-20=10 yaşındaydı.

#### Triomino

Satranç tahtası üzerinde 4x4'lük bir alana bakalım. Bu alanın 3 ya da 4 karesi yeşil olursa, triomino 3 karesi'nin altı da yeşil olacak biçimde konulabilir. O halde 4x4'lük alanda en çok 2 yeşil kare olmalıdır. Tahtada 16 adet 4x4'lük alan vardır. O halde en çok 16x2=32 kare yeşile boyanmalıdır; boyama bütün tahta alanında bir yeşil, bir beyaz olacak şekilde olmalıdır (a2, 4, 6, 8; b1, 3,5,7; c2, 4, 6,8; d1, 3, 5, 7, vb).

#### Cornish Uçurumu İkilemi

Ufak tefek Marsh, eline iri yarın Lamson'ın pabuçlarını alarak uçurumun kenarına kadar gelmiş ve sonra kendi pabuçlarını çıkarıp eline almış ve Lamson'ın pabuçlarını giyerek, yüzü denize dönük halde, geri geri yürümüşü. Holmes bunu şu belirtilerle anlamıştı:

1) Sağdaki küçük ayak izlerinde, ayak parmaklarından daha belirgin topuk izleri vardı. İleri doğru yürüyen bir insanın topuk izleri ayak parmak izlerinden daha derindir.

2) Soldaki ayak izlerindeyse aksine ayak parmağı izleri, topuk izlerinden daha belirgindi. Bu durum ancak geri geri yürüyen (yüzünün değil, sırtının doğrultusunda yürüyen) bir insanın ayak izlerinde görülür.

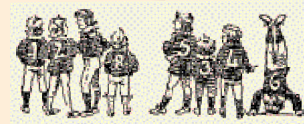
3) Soldaki ayak izleri arasındaki uzaklık, sağdakilerden daha küçüktü; yani soldaki ayak izleri birbirine daha yakındı. Oysa iri yarın Lamson'ın adımlarının ufak tefek Marsh'dan daha büyük olması beklenirdi. Demek ki, soldaki ayak izleri Lamson'a ait değildi. Geri geri yürüyen bir insanın adımları küçüldü. Soldaki ayak izleri Lamson'un ayakakbılarını giyerek geri geri yürüyen Marsh'a aitti.

4) Solda alttan ikinci ayak izinde büyük ayak izinin altında küçük ayak izi görülmektedir. Bunun aksine asla görülmemiştir. Demek ki küçük ayak izleri büyük ayak izlerinden önce oluşmuştur.

#### Olamaz!

1+2+7+8=5+3+4+6=18  
Cin Ruhi'nin yeğeni Cinnos cambazdı.

#### Dört Prens



1) m ve n gibi herhangi iki tam sayı alırsak  $m^2+n^2$ ,  $2mn$  ve  $m^2-n^2$  bir diküçgenin tamsayı kenarlarıdır. Bunlara pisagor üçlüsü ve m ve n'ye jeneratör denir.

2) Alanları birbirine eşit üç diküçgen şöyle bulunur:  $mn+m^2+n^2=a$ ,  $m^2-n^2=b$ ,  $2mn+n^2=c$ .

m=4 ve n=3 alırsak (rastgele aldık) a=37, b=7, c=33 bulunur.

3) (a,b), (a,c) ve (a,b+c) çiftlerini alarak üç adet ikili oluşturalım: (37,7), (37,33), (37,40).

Bu ikilileri jeneratör olarak kullanıp üç diküçgenin kenarlarını bulalım. Bunların alanları eşit olacaktır.

1. diküçgenin kenarları:  $37^2+7^2=1418$ ,  $2.37.7=518$  ve  $37^2-7^2=1320$  (1. şıktaki jeneratör formüllerini kullandık).

2. diküçgenin kenarları:  $37^2+33^2=2458$ ,  $2.37.33=2442$ ,  $37^2-33^2=280$  (yine 1. şık).

3. diküçgenin kenarları:  $37^2+40^2=2969$ ,  $2.37.40=2960$ ,  $40^2-37^2=231$  (yine 1. şık)

Bu 3 diküçgenin alanı,  $518.1320/2=280.2442/2=231.2960/2=341880$ . Bu alan şu formülle de bulunur:

$a^3b-b^3a$ . a=37 ve b=7 alırsak  $(37^3 \times 7) - (7^3 \times 37) = 341880$  (37 ve 33; 37 ve 40 da alabilirdik). Üç diküçgen bulduk. 4. eşit alanlı diküçgen  $a^3b-b^3a=341880$ 'i doğrulamalıdır. Buradan jeneratör olarak 56 ve 57'yi buluruz.  $56^3.55-55^3.56=341880$ . 56 ve 57'yi jeneratör olarak kullanırsak (1. şık), 111, 6160 ve 6161 buluruz.

Alan  
1. prens 518 1320 1418 341880  
2. prens 280 2442 2458 341880  
3. prens 231 2960 2969 341880  
4. prens 111 6160 6161 341880  
1. ve 2. prens için sağlama yapalım (diğerleri de aynıdır):

$$\sqrt{518^2 + 1320^2} = 1418 \text{ ve } 518.1320/2=341880$$

$$\sqrt{280^2 + 2442^2} = 2458 \text{ ve } 280.2442/2=341880.$$

Bu problemi Lewis Carroll bile çözmemiş. Günlüğünde sabaha kadar uğraşmasına rağmen alanları eşit ve kenarları tamsayı, 3 farklı biçimde diküçgen bulamadığını yazıyor.

#### 0'dan 20'ye

$$\begin{aligned} 0 &= \sqrt{9 \cdot 9} - 9 \\ 1 &= 9^2 - 8 \\ 2 &= \sqrt{9} - \frac{9}{9} \\ 3 &= 9 - \sqrt{9} - \sqrt{9} \\ 4 &= \sqrt{9} + \frac{9}{9} \\ 5 &= \left( \sqrt{9} \right) - \frac{9}{9} \\ 6 &= \sqrt{9 \cdot 9} - \sqrt{9} \\ 7 &= 9 / 0.9 - \sqrt{9} \\ 8 &= 9 - \frac{9}{9} \\ 9 &= 9 - 9 + 9 \\ 10 &= 9 + \frac{9}{9} \\ 11 &= 99 / 9 \\ 12 &= \sqrt{9 \cdot 9} + \sqrt{9} \\ 13 &= (9 / 0.9) + \sqrt{9} \\ 14 &= 9 + \left( \sqrt{9} \right) - 9^2 \\ 15 &= \sqrt{9} + \sqrt{9} + 9 \\ 16 &= 9 / 0.9 + \left( \sqrt{9} \right) \\ 17 &= 9 / 0.9 - 9^2 \\ 18 &= \sqrt{9 \cdot 9} - 9 \\ 19 &= 9 / 0.9 + 9 \\ 20 &= (9 + 9) / 0.9 \end{aligned}$$

#### Dans Eden Çiftler

Herkes herkesle dansetseydi

$518^2 + 1320^2 = 1418^2$  dans olurdu. Bekâr erkekler bekâr kızlarla ikinci kez dansettiğinden bu sayıya 12 .10=120 eklemeliyiz:  $741+120=861$ . Evli erkekler yalnız eşleriyle dansettiklerinden bundan  $6.7=42$ 'yi çıkarmalıyız. Erkek erkeğe dans olmadığından

$19^2 - 19 \cdot 18 / 2 - 171$  'i çıkarmalıyız (19 erkek var). Dullar birbirleriyle dansetmediklerinden  $56^2 - 56 \cdot 55 / 2 - 1540$  'ü çıkarmalıyız. Toplam  $42+171+3=216$  dansı çıkartmamız gerekir.  $861-216=645$  dans yapılmıştır.

#### Elektronun Dalgaboyu

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{(9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg})(10^7 \text{ m/s})} = 7.28 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Bu dalgaboyu, elektromanyetik tayfta (spektrumda) x- ışınlarına karşılık gelir.



## Posterlerin Bir Yüzünü Kullanın

Derginizi 5 yıla yakın bir süredir izliyorum. Türkiye’de büyük bir açığı doldurduğunuz kanısındayım. Yaptıklarınızın birçok yayıncıya örnek olması ve bilim ile ilgili yayınlarınızın artarak devam etmesini temenni ediyorum.

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi’nde 3. sınıfa geçmiş bir öğrenciyim. Derginin özellikle benim bölümümle ilgili konularını heyecanla okuyorum. Bu, bende araştırma ilgisini uyandırıyor. Birçok yeni bilgiye hızlı bir biçimde ulaşmamı sağlıyor.

Sizden bir ricam olacak. Vermiş olduğunuz posterler gerçekten harika. Ancak posterlerin sadece bir yüzüne baskı yapmanızı rica edeceğim. 376. sayıda verdiğiniz “Bakteriler ve Antibiyotiklere Karşı Direnç ve Savunma Yolları” ile ilgili posterinizi çok beğendim; ancak bir yüzünü feda etmek zorunda kaldım.

Orhan Gözeneli  
Malatya

## Bizler de Proje Üretiyoruz

15 yaşında, bilime meraklı bir gencim. Ülkemizin geleceğinin yaratıcı projelere ve genç beyinlere bağlı olduğuna inanıyorum. Bu nedenle Bilim ve Teknik okumakta ve bilimsel gelişmeleri takip izlemekteyim.

Burada Türk gençlerinin meyesi olan projelerden bahsetmek istiyorum. Yaklaşık 2 yıldır Van Gölü Anadolu Lisesi’ndeki arkadaşlarımla ürettiğimiz bir uzay projesinin, sadece 1. aşamasının bir Amerikan Uzay Firması tarafından gerçekleştirileceğini duydum. Bu projeyi daha önceden hiçbir kaynaktan duymamış olmamıza rağmen projenin 1. kısmının ABD tarafından gerçekleştirilmesi tüm hayallerimizi yıktı.

Bu sadece ufak bir örnek. Nice gençlerimizin projeleri yeterli destek görmediğinden yok olup gidiyor.

Türkiye’nin de gelişmiş ülkeler gibi “Bilim”e destek vermesini ve bunun için finansman yaratılmasını istiyorum. Bilim ve Teknik dergisinden yaratıcı projeler adıyla bir bölüm yapıp burada bazı gençlerimizin yaratıcı projelerinin yayımlanmasını istiyorum. Belki bu sayede bu projeler Türkiye’ye ve insanlığa yararlı olmak üzere değerlendirilir.

Bilim ve Teknik’e, yol göstericimiz olduğunuz için teşekkür ediyorum ve yayın hayatında başarılar diliyorum.

Mahmut Beytorum  
İzmir Fen Lisesi

## Karanlıkta Bir Mum Işığı

Derginizi 376. sayıdan itibaren izliyorum. Türkiye’de karanlıkta bir mum ışığı yakmıştır Bilim ve Teknik dergisi. Beni derin, bilimsel düşüncelere sürükledi. Bu mektubu size okulun ilk günü ve ilk ders saatinde yazıyorum. Bana fen bilgisi ve matematik derslerinde büyük yardımlarınız oldu. Başarılı bir çocuk olmama rağmen derginizi okumaya başlayalı beri başarımlar kat arttı, bana yardımlarınızdan dolayı teşekkür ediyorum.

Size birkaç önerim olacak. Öncelikle bu mektubu yazmamda yardım eden arkadaşlarımla isteklerini belirteyim.

Arkadaşım Erdem, Mısır’daki pramitlerin gizemi ve tarihi hakkında bilgi istiyor. Diğer arkadaşım Özgür ise, 376. sayınızdaki evrime ayırdığınız ve evrim hakkında verdiğiniz gibi bir sayınızı bilim adamlarına ve buluşlara ayırmanızı istiyor. Her sayınızda bir buluşun öyküsünü verebilirsiniz.

Benim önerilerimi devrimci bulabilirsiniz. Öncelikle, halkımız bilim ve teknolojiye yoksun kalıyor. Bu açığı, okuyarak ve basın, televizyon yoluyla kapatabiliriz. Size bu noktada büyük görev düşüyor. Televizyonlarda verilen belgeler çok az ve yetersiz. 24 saat belgesel veren bir televizyon kanalı var ama sadece kablolu tv’den izleniyor. Benim düşüncem sizin bir televizyon kurup yayın yapmanız gereklidir; size düşen görev budur. Popüler Bilim Kitapları’na bir bilim sözlüğü eklemeniz gerek.

2000’li yıllarda başarı dileklerimizle.

Tamer Güleriyüz,  
Erdem Çakır, Özgür Toros  
Bursa Sakarya İlköğretim Okulu 8/Ç

## Gök Olayları

15 yaşındayım. Bilim ve Teknik dergisinin gökyüzü köşesindeki ayın gök olaylarını dikkatli bir şekilde okuyorum. Gök olaylarını, tarihinde ve saatinde, çatıya çıkarak, dürbün yardımıyla izlerim. Bilim ve Teknik dergisine, bana bu bilgileri verdiği için çok teşekkür ederim.

Akın Çakıcı  
Söke/Aydın

## Yeteneklerimi Keşfettim

17 yaşındayım ve derginizi 370. sayısından beri izlemekteyim. Derginizle ilk tanışmam bir arkadaşımın sayesinde oldu. İlk kez onun tavsiyesiyle okudum ve bir daha elimden bırakamadım. Açıkça söylemek gerekirse Bilim ve Teknik sayesinde yeteneklerimi keşfettim. Derginizin özellikle gökyüzünü ve biyoloji bölümlerini büyük bir titizlikle okuyorum. Bilim ve Teknik sayesinde günlük yaşamımdaki davranışlarım değişti. Artık geceleri gökyüzüne bakarken boş boş bakmıyorum. Tanıyabildiğim her takımıydızın özelliklerini görmeye çalışıyorum. Görüyorum da! Bitkiler ve hayvanlar artık gözüme bambaşka görünüyorlar.

Bilim ve Teknik dergisini ne zaman okula getirsem, okuyamadan geri götürüyorum. Çünkü tam çantamdan çıkartıp okumaya başladığım an arkadaşlarımdan biri elimden alıp okumaya başlıyor. Bazen kavga bile çıkıyor. Sonucunda derginin bazı kısımlarını birisi okurken geri kalanlar dinliyor ve sonra konuyu tartışıyorlar. Bu da benim hoşuma gidiyor. Çünkü gerçekten Bilim ve Teknik okumak bir ayrıcalıktır. Bilim ve Teknik okuduğum için arkadaşlarım, ailem ve çevrem bana “geleceğin bilim adamı” demeye başladılar. Açıkçası bu çok hoşuma gidiyor.

## Mektuplaşmak İsteyenler...

### Sismoloji-Fay Hattı

Serkan Koçalp  
İl Merkez Jandarma  
Komutanlığı  
Merkez Bölüğü  
Trafik Timi  
37200 Kastamonu

### Genel

Nihal Yılmaz  
Yenigün Mah.  
3/3 A Sok.  
No: 10 D:3  
Parseller  
Bağcılar-İstanbul

Fatih Gülfidan  
Gazi Cad. Ulu Cami  
Mah. Gül Sok. No:7  
Ceylanpınar-Ş.Urfa

Sadık Canyurt  
Sinin Sok. Şimşek Apt.  
NO:94/7  
06450 Dikmen-Ankara

### Fizik

Mustafa Aldemir  
Yenikent Mah. 25-H  
Blok No: 15  
Eskişehir

### Felsefe-Sanat

Arif Şenday  
Çıldır Mah. 170. Sok.  
No:7 D:1  
Marmaris-Muğla

### Satranç

Ferit Şahin  
Bahçelievler Mah.  
1. Sok. No:52 Kat:3  
Siirt

### Felsefe-Şiir

Hasan İraz  
Belediyeveleri  
90 Sokak No:36  
1360 Seyhan-Adana

### Elektronik

Yaşar Onak  
Burhaniye Mah.  
179 Sok.  
Seyhan Apt.  
A Blok K.4  
Ceyhan  
Adana

### Karadelikler-Astrofizik

Aslı Apaydın  
Değirmiş Mah.  
16 Nolu Sok.  
Sevindi Apt.  
No:5/8  
27090  
Gaziantep

Ayrıca gözlemlerime göre Bilim ve Teknik dergisini 77'den 77'ye herkes okuyor. Belki inanmazsınız ama gençlerde bize misafir gelmişti. Aralarında ilkokul 2. sınıfa gidecek bir çocuk vardı ve benim odama girdiğinde birden Bilim ve Teknik dergilerinin bulunduğu yere doğru koşmaya başladı. Sonra dergileri yere koydu ve okumaya başladı. O kadar şaşırdım ki bana dönüp "Çiğdem abla bunlar çok güzel değil mi? Ben hep okuyorum. İleride bilim adamı olacağım" demesiyle kendime geldim.

Bu yüzden böyle dergiyi çıkardığınız için size çok teşekkür ediyorum. Umarım bu başarılarınız hiç bitmez.

Çiğdem Zıvr

## Beni Farklı Kıldığınız İçin Teşekkürler...

Afyon Kocatepe Anadolu Lisesi lise 2. sınıf öğrencisiyim ve 16 yaşındayım. Bilim ve Teknik dergisini 6 aydır okuyorum. Derslerimde hocalarımın anlattığı yeni buluş ve olaylardan arkadaşlarımdan önce haberdar oluyorum. Bu da bana onların arasında öncelik kazandırıyor.

Geleceğim hakkında sağlam kararlar almak istiyorum. Bilgisayar, gıda ve genetik mühendislikleri hakkında bulunduğum yerden yeterince bilgi alamıyorum. Bunların şu andaki ve gelecekteki yerleri ne. Örneğin; en iyi meslek garantisi hangi üniversitede. Ben bu mesleklerle yöneldiğimde ne gibi çalışmalar yapabilirim.

Lisansüstü eğitim konusunda çok az bilgi sahibiyiz. Bunlar hakkında dergimizden yazılar yayımlamasını isterim.

Çalışmalarınızın başarıyla devamını dilerim.

Zeynep Aydın  
Afyon

## Unutulmayacak Adres

14 yaşında ve ortaokul üçüncü sınıf öğrencisiyim. Yaklaşık üç yıldır derginizi iz-

lemeye çalışıyorum ve diyebilirim ki "Tek sözcükle harikasıdır".

Derginizi halen ilk aldığım günkü heyecan ve merakla okuyorum. Bu derginin elimize ulaşıncaya kadar geçen süreç içerisinde gerek emeğini gerekse sevgisini bu derginin oluşum safhasına katmış herkese can ve gönülden teşekkür etmek istiyorum. "İyi ki varsınız".

Bilim ve Teknik dergisi biz okuyucular gözünde bilim ve teknik aşkını, merakını ve bir şeyler yapmayı isteme çabasını bizlere aşılayan ve bu uğurda hiç yorulmayan, hiç yılmayan yegane adres...

Olur ya bir gün evimizin adresini unuturuz; ama bilimin ve teknolojinin adresini asla...

Mektuba son verirken Bilim ve Teknik ışığının hiç sönmemesini ve yayın hayatınızın hep başarılarla dolu geçmesini diliyorum.

Recep Demir  
Elaşığ

## Yarın Türkiye'nin Bilmediği Daha Az Şey Kalacak

15 yaşındayım ve şimdilik Yalova Anadolu Lisesi öğrencisiyim. Şimdilik dememin nedeni "Orta Öğretim Seçme Sınavları'na katılmam ve bir fen lisesine gitmeye hak kazanmam. (Galiba burda konuya girmeliyim!) Önce yakın çevremden, daha doğrusu arkadaşlarımdan bahsetmek istiyorum. Bu sene arkadaşlarımla birlikte bilim yolunda kendimiz için ilk adım olarak kabul ettiğimiz fen liselerine girebilmek için canla başla çalıştık. Tatlı bir rekabet ortamında önümüzdeki engelleri birlikte aştık. Bilime olan ilğimiz sonucu okulda, öğle tenefüslerinde kendi aramızda, "teknolojik ve bilimsel geyik" adını verdiğimiz sohbetlere başladık. Fikir ve bilgi alış-verişi eğlenceli bir ortamda geliyordu. Bu sohbetlerde tartıştığımız bazı konuları "dergimizde" de işlemenizi çok isterim. Bu konular: "Mısır piramitleri, ışık hızında uzay yolculuğu ve klasik-kuantum fiziği teorileri".

Bunun yanı sıra size bir önerim var: Okuyucularınızla kantağa geçip kendi projelerinizi "dergimizde" yayımlamanız hepimiz için sevindirici bir haber olacaktır.

Geleceğin iddialı bir fizikçisi olarak tüm okuyuculara Taşkışla-İstanbul'daki "Deneme Bilim Merkezi"ne gitmelerini öneriyorum. Somut deneyleri kendiniz yapabilir, merak ettiğiniz pek çok konu hakkında bilgi edinebilirsiniz. Kısaca "Gidin ve görün..."

Bilim ve teknolojinin gereken seviyede olması nedeniyle derginiz (yani dergimiz) ve "TÜBİTAK" çalışanlarının yüklerinin ağırlığının bilincindeyiz. Bilim adına yaptığınız çalışmaların karşılıksız kalmaması yani; "yarın Türkiye'nin bilmediği daha az şey kalması dileğiyle..."

Ayşegül Öztürk  
Yalova

## Bir Öğretmenin İsteği

Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü mezunuyum. Üç yıl Konya Beyşehir'de, bir yıl da Gümüşhane Merkez'de fen-fizik öğretmenliği yaptım. Şu anda Fevzipaşa İlköğretim Okulu'nda fen bilgisi öğretmenliği yapmaktayım. Bilim ve Teknik dergisini elimden geldiğince izlemekteyim. 1998-99 öğretim yılı sonunda bir bilim sergisi açtım. Okul çapında. Yalnız sergim küçük çaplıydı. Yıl içinde yaptığımız deneylerden oluşan bir sergiydi. Kendim Bilim ve Teknik dergisinden aldığım birkaç deneyi de ekledim. Tangram yaptım, okulumuzda eski Bilim ve Teknik dergileri ciltli halde bulunmakta. Onlardan yararlandım. Bu yıl da bu sergiyi açmak istiyorum. Ama geniş çapta olmasını istiyorum. Aldığım eğitim (fen-edebiyat olduğu için) bu tür etkinlikler için yeterli olmuyor. Okumaya çalışıyorum. Ama yeterli gelmiyor. Bu konuda bana yardımcı olmanızı istiyorum.

Filiz Küçüköde  
Gümüşhane

## Bilim ve Teknik'e Çok Şey Borçluyum

Bu mektubu size askerden yazıyorum. Askerlik dönemim içinde dahi rahatlıkla derginizi takip edebiliyorum. Sizlere çok şey borçluyum. Derginizde özellikle ilgilendiğim ve büyülediğim bölüm uzay. Uzayın derinliklerinde gerçekten muhteşem olaylar, derginizdeki o harika görüntüler benim başımı döndürmeye yetiyor.

Vatan borcunu ödediğim şu mekanda Mehmetçiklerin elindeki dışarıya yönelik bilme, hayata, evrenin sınırlarına açılabilirdikleri tek yayın sizin derginiz. 15 aylık askerlik dönemim içerisinde bunu bizzat gözlemledim. Sizden bir de temennim olacak derginiz sayfa sayısının artması dahilinde özellikle uzay ve matematiğin daha içerikli daha fazla sayfa sayısı yayımlanması.

Ben Ankara'da oturuyorum. Uzaya olan merakım çok büyük derginizden izlediğim kadar gökyüzü gözlem şenlikleri gerçekten meraklı için harika bir organizasyon ama şu anda bu tür organizasyonlara ulaşmak mümkün değil. Bu tür etkinliklerin ülke çapında tabii mümkün olabildiği kadar uygulanması en büyük temennim.

Son söyleyeceğim bilime katkılarından dolayı teşekkürler Bilim ve Teknik. Bilimin ışığıyla aydınlanmış güzel günler sizinle olsun

Ankara

## Niçin Okurum?

Ben 15 yaşında bir lise öğrencisiyim. Okumayı seviyorum. Okuduğum şeyler bana kültür kazandırmalı diye düşünüyorum. Yani, bir ayda bitirebileceğim kadar büyüklükte bir roman okumaktansa, her ay çıkan ve dünyanın gündemini izleyebileceğim bir dergi okumakla daha fazla bilgiye ulaşabileceğimi anlatmak istiyorum. Bu yüzden Bilim ve Teknik dergisini aldım.

Başarılar dilerim.

Aynur Ayata  
Rize



## Yayın Dünyası

Murat Dirican



**75 Yılda Çarklardan Chip'lere**  
Kolektif  
Tarih Vakfı Yay.  
Bilanço '98  
Dizisi  
İstanbul,  
Nisan 1999

Sanayi, sanayileşme, sektörler, işletmeler, sanayi sermayesi, sanayi politikaları, fabrikalar, bacalar, çarklar, dişliler, yüksek fırınlar... Dışardan bakıldığında soğuk ve kupkuru sözcükler. Oysa bu sözcüklerden her biri, milyonlarca insanın aşı, ekmeği, hayatı, kaderi demek; bir 20. yüzyıl toplumunun yerküredeki serüveni, bir ulus-devletin kuruluş macerası demek. Türkiye ve Türkiye insanı, 75 yıl boyunca bu macerayı nasıl yaşadı? 75 yılda çarklar nasıl döndü ve çark teknolojisinden doğru nasıl yol alındı? Nereelerde sığandı, nerelerde tökezledi? Neler başarıldı, neler başarılamadı? 2000'lere doğru giden şu günlerde nereye, hangi noktaya varıldı? Bu kitapta konunun otoriteleri olan bilim adamlarının, uzmanların, iktisatçıların, tarihçilerin yazıları yanında, gündelik, sıradan sanayileşme yaşamının içinden röportajlar, belgeler, anılar da bulacaksınız. Kurulan her yeni fabrika, şehirlerin ve insanların kaderinin nasıl değiştiğini; ister emek, ister sermaye, ister devlet, çarkın ne yanında durursa dursun, insanların sanayi sü-

reci içinde nasıl yoğurulduğunu ve bu süreci nasıl biçimlendirdiğini izleyeceksiniz.

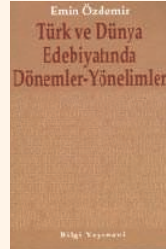


**Hasta Hakları**  
Şükrü Hatun  
İletişim Yayınevi  
Başvuru Dizisi  
İstanbul 1999

Bilgi iletim ve edinim

olanaklarının yaygınlaşması insanları sağlık sorunlarıyla daha fazla ilgilenmeye yöneltmiştir. Ötenazi, organ nakli, yapay dölleme gibi etik; hukuki ve felsefi boyutları da kaçınılmaz olarak gündeme getiren yeni konu ve tartışmalar, yalnızca tıp mesleğinin çalışanlarını değil, herkesi, hepimizi doğrudan ilgilendirirken, tıbbi süreçler içindeki konumumuzu da yeniden sorgulamamızı zorunlu kılıyor. Ayrıca bu sorgulama çok daha geniş bir alanı kapsayacak biçimde yürütülüyor. Bunun başlıca nedeni, tıp-sağlık hizmetlerinin tüm dünyada esen serbest piyasa, özelleştirme rüzgârlarının etkisi altına girmeye başlamış olmasıdır bir bakıma. Bu bağlamda "hasta hakları" konusu kuşkusuz çok daha yaşamsal bir önem kazanıyor. Özelleştirmenin, piyasa yasaları dinamiğinin kuralılaşmayı da birlikte getirdiği düşünülürse, tıp, sağlık gibi yaşamsal bir alanda gerek

mesleğinin hakkını vermek isteyen tıp-sağlık çalışanlarının, gerekse tıbbi faaliyet-hizmetin konusu olan insanların geçmiştekinden çok daha acil ve zorunlu güvencelere ihtiyacı var demektir. Bu kitap, "hasta hakları" konusunda uluslararası ve ulusal düzenlemelerin özet bir bilançosunu sunmanın yanı sıra, bu düzlem üzerinden tıp sorunumuzu en geniş biçimde tartışmaya açmayı hedefliyor.



**Türk ve Dünya Edebiyatında Dönemler-Yönelimler**  
Emin Özdemir  
Bilgi Yayınevi  
Ankara,  
Eylül 1999

Toplumların yaşama biçimleriyle edebiyatları arasında sıkı bir etkileşim vardır. Bunu en somut biçimde edebiyat ürünlerindeki gelişim ve değişimlerde görürüz. Yazınbilimciler bu değişim ve gelişmeleri değerlendirerek, onları belirli akımlar, dönemler-yönelimler altında toplarlar. İşte bu kitap da böyle bir amaçla, Türk ve Dünya edebiyatındaki başlıca dönemleri, yönelimleri yansıtmaya amacıyla hazırlanmıştır. Bu bağlamda bir edebiyat tarihi değildir; Türk ve Dünya Edebiyatının, ürünler düzleminde küçük ölçekli bir haritasıdır. Her edebiyatseverin zevkle

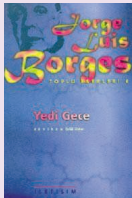
okuyacağı Türk ve Dünya Edebiyatında Dönemler-Yönelimler, hem edebiyat fakültesi öğrencileri hem de Türkçe ve edebiyat öğretmenleri için bir elkitabı niteliği taşıyor.



**Bilimsel Araştırmanın Mantığı**  
Karl Popper  
Çeviri:  
İlknur Aka,  
İbrahim Turan;  
Yapı Kredi  
Yayınları  
İstanbul,  
Mart 1998

Siyaset felsefesi alanında, yayımlandığı dönemde olağanüstü özgünlük ve güçte bir yapıt olarak karşılanan "Açık Toplum ve Düşmanları" adlı çalışmasıyla gerçek üüne kavuşan Karl Raimund Popper'in (1902-1994) ilk kez 1934 yılında yayımlanan "Bilimsel Araştırmanın Mantığı" adlı bu çalışması, bilim felsefesinin başyapıtları arasında yer alır.

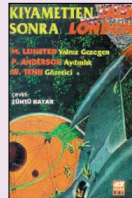
Eleştirel akılcılığın kurucusu olan Popper, bu yapıtında araştırmanın mantığını, bilimsel yöntemin kurallarını ortaya koyuyor. Hareket noktası olarak bilim insanının tanımından başlayan Popper'e göre, ancak deneyim, gözlem, içgüdü ve sezgiyle hareket eden bir araştırmacı, önyargılardan ve dogmalardan arınmış olarak evreni sorgulayabilecektir.



**Yedi Gece**  
Konuşma Metinleri  
Jorge Luis Borges  
İletişim Yayınevi  
Çeviri: Celal Üster  
İstanbul, 1999



**Bizans'ın Son Günleri**  
Tarih  
Yannis Kordatos  
Çevirmen: Muzaffer Baca  
Alkım Yayınevi  
İstanbul, 1999



**Kıyametten Sonra**  
Bilimkurgu  
Jack London, Murray Leinster, Poul Anderson, William Tenn  
Çeviri: Zühtü Bayar, Sönmez Güven  
Broy Yayınları  
İstanbul, Ekim 1999



**Bütün Hikayeleri**  
Öykü  
Ayhan Bozırat  
Oğlak Yayıncılık  
İstanbul,  
Ağustos 1999

**Atatürk ve Türkiye'nin Modernleşmesi**  
Araştırma  
Jacob M. Landau  
Çeviri: Meral Alakuş  
Sarmal Yayınevi  
İstanbul,  
Temmuz 1999



**Bir Zamanlar Anadolu'da**  
İnceleme  
Tahir Abacı  
İletişim Yayınevi  
İstanbul, 1999



**8 Bit Mikrobilgisayar Tasarımı ve Programlanması**  
Bilgisayar  
Cihat Aytaç, Mehmet Kuntalp  
Beta Basım  
Yayımlar A.Ş.  
İstanbul, Mayıs 1998



**Uluslararası İlişkiler ve Dış Politika**  
Politika  
Tayyar An  
Alfa Yay.  
İstanbul, Ekim 1999

